PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

THE POLISH MOTOR DIGEST



EDINBURGH Nr. 18 SIERPIEŃ 1946
WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

TREŚĆ NUMERU

PRZEGLĄD MOTORYZACYJNY

WYDAWNICTWO SEKCJI MOTORYZACYJNEJ STOWARZYSZENIA TECHNIKÓW POLSKICH W WIELKIEJ BRYTANII

Adres Redakcji i Administracji - Charleshill, near Aberdour, Fife, Gt. Britain

Cena numeru - 2/- **Prenumerata: Roczna (za rok 1946) - sh. 15/-**

Półroczna (lipiec-grudzień 1946) - sh. 9/-

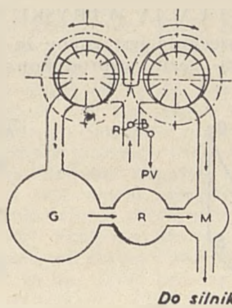
Sierpień 1946r. Nr. 18

MIESZALNIKI AUTOMATYCZNE DO WYTWORNICY GAZU

(Prof. Dr. Emil Szymanek z A.T.Z. — „Automobiltechnische Zeitungschift", Nr. 13-14, lipiec 1943 — „Engineers Digest", No. 4, April 1944.)

Tłumaczył inż. Hołowacz, W.I.T.

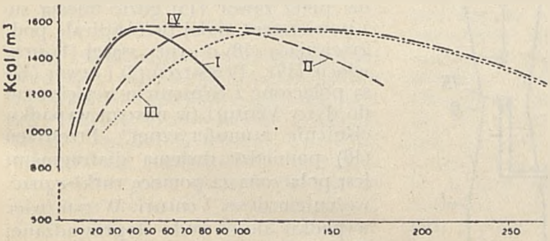
Doświadczenia nad wytwornicą gazów doprowadziły do określenia składu mieszanki (stosunek ilości gazu do powietrza) dostarczonej do silnika. W celu umożliwienia regulacji ciśnienia we właściwej wytwornicy i ochrony mieszalnika przed zanieczyszczeniem, zamiast odmierzania ilości gazu do silnika odmierzano ilość powietrza dostarczaną do wytwornicy za pomocą pompki łopatkowej. Podobna pompka dostarczała powietrze do mieszalnika. Na rys. 1 jest przedstawiona i wyjaśniona całość urządzenia nowego systemu regulowania dopływu materiału pędnego. Zawór regulujący umieszczono przed wejściem do pompki tak, że umożliwia zachowanie jednakowego ciśnienia w wytwornicy i rurze doprowadzającej. Obliczenia



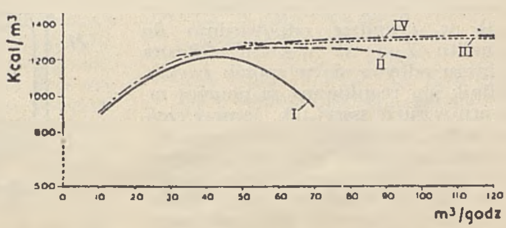
A,B - Zawory regulujące dopływ powietrza
G - Wytwornica M - Mieszalnik
R - Zbiornik PV - Dźwignia

Rys. 1.

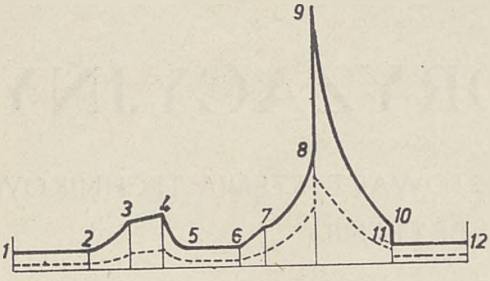
wykazują, że urządzenie powyższe jest korzystne z punktu widzenia wartości opałowej gazu. Z wykresu (rys. 2) przedstawiającego zależność wartości opałowej gazu od wyprodukowanej jego ilości na godzinę przy różnych ciśnieniach widać, że wartość opałowa zmniejsza się ze wzrostem jego wyprodukowanej ilości. Pomiary potwierdziły słuszność tej teorii, jak wskazują wykresy na rys. 3. Dzięki zastosowaniu powyższego urządzenia wartość opałowa gazu utrzymuje się stała pomiędzy całkowitym obciążeniem silnika a jedną czwartą. Ciśnienie przy tym systemie może być dostosowane do wymaganej wielkości. Na przykład ciśnienie może być wyregulowane do jednej atmosfery przy całkowitym obciążeniu i stąd staje się



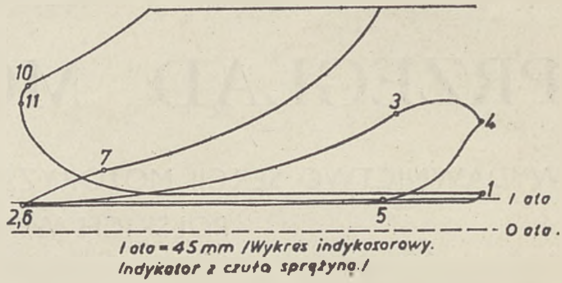
Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

trochę mniejsze przy małym obciążeniu, albo może ono być ustalone na 1 atm dla biegu luzem, a w takim wypadku wzrasta do około 2,5 - 3,5 atmosfery przy całkowitym obciążeniu. W ostatnim wypadku moc silnika i sprawność filtracyjna wzrastają dzięki wyższemu ciśnieniu. W związku z tym wymiary filtra mogą być zmniejszone.

ZASTOSOWANIE DO SILNIKA SZEŚCIOTAKTOWEGO

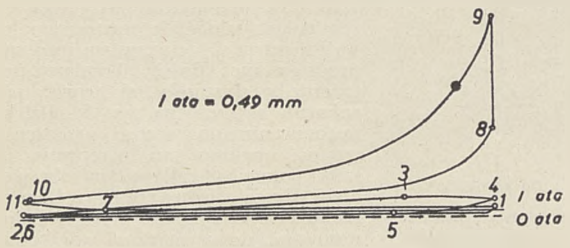
W silniku sześciotaktowym dostarczanie powietrza do wytwornicy właściwej i mieszalnika może być regulowane przez sam silnik. Ta sama zasada może odnosić się do silnika dwutaktowego. Wykres na rys. 4 przedstawia obieg silnika sześciotaktowego. W czasie pierwszych dwu suwów, które poprzedzają normalne cztery suwy powietrze jest zasysane przez cylinder (1 -2) i wtłaczane do wytwornicy właściwej (2 - 3 - 4).

Rozprężenie pozostałego powietrza w cylindrze następuje w okresie (4 - 5) podczas gdy (5 - 6) jest już normalnym okresem zasysania. Na początku czwartego suwu gaz jest wtłaczany do cylindra (6 - 7) przez zawór z wytwornicy gdzie ciśnienie jest wyższe niż w cylindrze odpowiednio do punktu 7-go na wykresie. Reszta obiegu odbywa się w sposób zwykły. Silnik jest regulowany za pomocą zaworu w rurze ssącej tak, że przy częściowym obciążeniu ilość powietrza dostarczana do silnika jest mniejsza niż przy całkowitym. Linia kreskowana na rys. 4 wskazuje pracę silnika przy biegu jałowym. Ilość pobranego powietrza wynosi około $\frac{1}{3}$ pobieranej ilości przy pełnym obciążeniu. Na rys. 5 i 6 są przedstawione wykresy indykatorowe. Zasadniczą zaletą silnika sześciotaktowego jest stałość stosunku ilości gazu do powietrza (mieszanka) przy różnych obciążeniach. Przy zmianie obciążenia z pełnego na bieg luzem wysokość płomienia w koszu praktycznie pozostaje ta sama tylko zmniejsza się intensywność spalania. Wobec tego nawet po długotrwałym biegu luzem nastąpi opóźnienie tylko o kilka sekund w przejściu do całkowitego obciążenia silnika po otwarciu przepustnicy. W silniku dwutaktowym powietrze sprężane w karterze dostarczone jest do mieszalnika. Natomiast wytwornica właściwa jest zasilana za pomocą pompki łopatkowej o wyższym ciśnieniu aniżeli ciśnienie w karterze. Ten system daje dobre przepłukiwanie cylindra co jest jego dalszą zaletą.

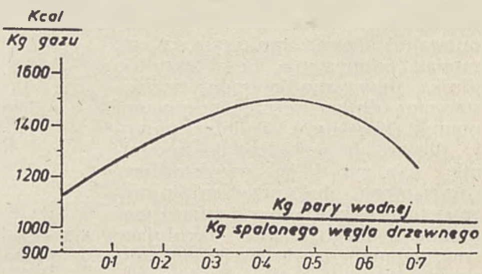
SPALANIE WĘGLA DRZEWNEGO Z REGULACJĄ WTRYSKU WODY

Powszechnie jest znane że wartość opałowa gazu wyprodukowanego z węgla znacznie wzrasta jeżeli przepuszczać parę wodną nad palącym się węglem.

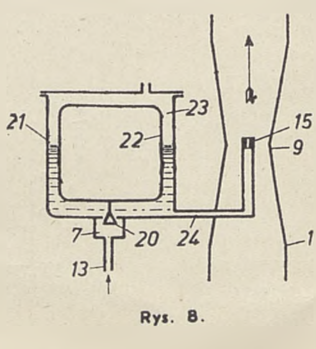
Wykres rys. 7 podaje wartość opałową gazu w zależności od stosunku ilości pary dostarczanej do spalonego węgla. W naszym wypadku przy produkcji gazu w wytwornicy najważniejsze jest utrzymanie powyższego stosunku na odpowiednio dobranej wielkości. W razie niedostatecznego dostarczenia pary można spowodować osadzanie się ciężkiego klinkieru w przeciwnym zaś wypadku nadmiar pary oziębia palenisko. Prostą metodą regulacji dostarczania wody pokazuje rys. 8. Do tego celu użyty zwykły karborator, który dostarcza ilość wody wprost proporcjonalną do ciśnienia w dyszy. Ponieważ tempo przepływu powietrza jest proporcjonalne do kwadratowego pierwiastka z ciśnienia, przy zmniejszeniu się przepływu powietrza jeszcze w większym stopniu zmniejsza się przepływ wody. Inny sposób rozwiązania jest pokazany na rys. 9. Ilość wody dostarczonej do wytwornicy jest regulowana za pomocą zaworu (8) który jest pod działaniem diafragmy (5). Woda przechodzi przez zawór (15) gdzie miesza się z powietrzem, dalej przez spiralę podgrzewającą (18) do rury ssącej (1) przy wlocie (19). Przestrzeń (3) i otwór (17) są połączone z ciśnieniem wejściowym do dyszy Venturi (w naszym wypadku ciśnienie atmosferyczne). Przestrzeń (10) pomiędzy dwiema diafragmami jest połączona za pomocą rurki z przewężeniem dyszy Venturi. W tym więc wypadku ilość wody doprowadzanej do wytwornicy jest wprost proporcjonalna do $\sqrt{P_a - P_1}$.



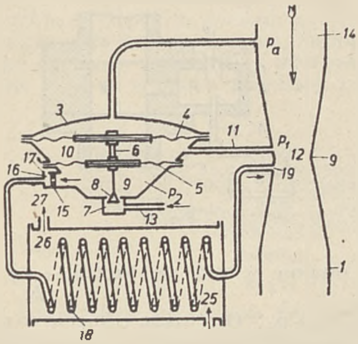
Rys. 6



Rys. 7.



Rys. 8.



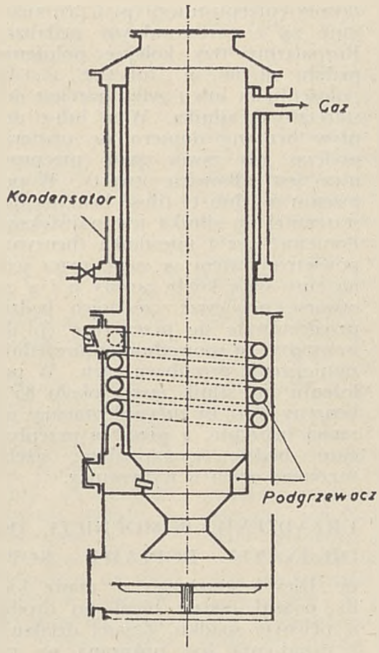
Rys. 9.

SPALANIE DREWNA O ZAWARTOŚCI 45% WODY

Przy spalaniu drewna o wysokiej zawartości wody w wytwornicy gazu natrafiamy na bardzo poważne kłopoty. Gdy po dłuższej pracy na pełnym obciążeniu silnik nagle zostaje zadławiony, powstaje tak duże ciśnienie pary wodnej w wytwornicy, że powietrze nie może wejść do paleniska. Przez krótki okres czasu silnik będzie ciągnął przez przestrzeń ogniową tylko parę wodną wytwarzając gaz wodny o wysokiej wartości opałowej. Po krótkim jednak czasie temperatura spadnie i ewentualnie silnik stanie. Do pokonania tej trudności musi być obmyślony odpowiedni sposób skraplania pary. Skonstruowano więc wytwornice w których dolna część kosza służy jako palenisko, górna zaś jako skraplacz pary. Okazało się jednak, że przy tym rozwiązaniu nie było dostateczne ani spalanie ani skraplanie. Zbudowano inną wytwornicę której cały kosz służył tylko do podgrzewania, kondensator zaś jako osobna całość był połączony ze zbiornikiem paliwa za pomocą rury o dużym przekroju poprzecznym. Ta konstrukcja też nie spełniła swego zadania, ponieważ nieznaczna tylko część pary mogła wejść i skroplić się w kondensatorze. Rozpowszechnił się późniejszy typ z podgrzewaczem powietrza, pokazany na rys. 10. Działanie kosza i kondensatora jest proste i uwidocznione na rysunku.

AUTOMATYCZNA REGULACJA SKŁADU MIESZANKI (POWIETRZE-GAZ)

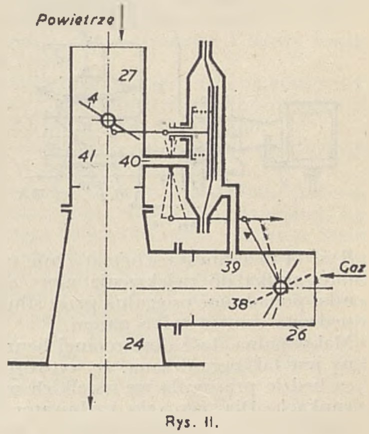
W Budapeszcie wyprodukowano dwa typy całkowicie automatycznych mieszalników (powietrze-gaz) do użytku silników przewozowych i stacyjnych. Zasadniczą różnicą pomiędzy tymi dwoma typami jest to, że silniki przewozowe przy pełnym obciążeniu zużywają mieszanki (powietrze-gaz) 25 razy więcej niż bez obciążenia, podczas gdy silniki satcyjne tylko od 12 do 15 razy tyle. Rys. 11 przedstawia schematycznie mieszalnik dla silników



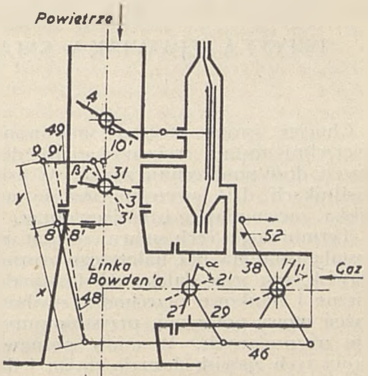
Rys. 10.

stacyjnych. Gaz przechodzi przez rurę (26), powietrze zaś przez rurę (27). Zawory motylkowe (przepustnice) (1) i (4) z których ostatni jest poruszany działaniem diafragmy. Ciśnienie w przekrojach (38) i (41) odpowiednio działa na odpowiednie strony przepony poprzez kanał (40) i (39) tak, że ciśnienie powietrza w (41) i gazu w (38) jest jednakowe. Jeżeli zawór (1) jest otwarty, ciśnienie działające na prawą stronę przepony wzrasta i otwiera zawór (4) aż do wyrównania obu ciśnień. W ten sposób stosunek ilości gazu do powietrza przy wielkich obciążeniach pozostaje wielkością stałą. Aby otrzymać bogatszą mieszankę przy częściowym obciążeniu sam mieszalnik musi ulec nieznacznym zmianom. Przepona jest zaopatrzona w sprężynę od strony powietrza w ten sposób, że nie ciśnie ona na przeponę w czasie kiedy silnik jest całkowicie obciążony, ale kiedy obciążenie zmniejsza się stopniowo, sprężyna zaczyna działać na przeponę co powoduje przymykanie zaworu (4). Dzięki temu dodatkowemu ciśnieniu sprężyny stosunek ilości gazu do powietrza wzrasta w miarę zmniejszania się obciążenia silnika. Wyżej opisany mieszalnik nie daje zadawalniających wyników przy silnikach pojazdów. Okazało się, że różnica ciśnień pomiędzy (41) a (38) była za mała przy małym obciążeniu silnika, aby przeponę pobudzić do działania co powodowało, że przy zmianach szybkości skład mieszanki ulegał ciągłym zmianom. Gdy szybkość silnika wzrastała przy małym obciążeniu z jakichkolwiek powodów, zdarzało się często, że szybkość następnie nie spadała do normalnej szybkości biegu luzem lecz silnik stawał. Z wyżej wymienionej przyczyny dodano do mieszalnika dwa dodatkowe zawory (przepustnice) (2) i (3) jak wskazuje rys. 12. Oba są związane mechanicznie z zaworem (przepustnicą) (1) i dzięki małemu przekrojowi przepływu wzrasta różnica ciśnień powodując większe wychylenie się diafragmy. Celem zapewnienia dobrego działania mieszalnika najkorzystniejszy kąt nachylenia tych zaworów (przepustnic) (2) i (3) musi być określony w sposób następujący: zanim zostaną odpowiednio połączone mechanicznie zawory (przepustnice) (2), (3) i (1) muszą być określone ich optymalne kąty otwarcia drogą doświadczenia i metodą błędu przy pełnym obciążeniu (2) (3) i bez obciążenia (2) i (3). Dla tych pozycji muszą być wyznaczone długości dźwigien (49), (48) i (46) oraz stosunek $\frac{x}{y}$.

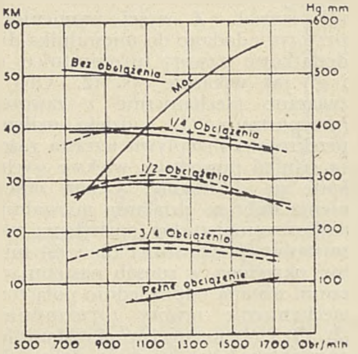
Podobnie robi się w mieszalnikach dla silników stacyjnych w celu nie wielkiego wzbogacenia mieszanki przy częściowym obciążeniu. Przy tym systemie punkt podparcia (8) dźwigni (48) i (49) może być przesunięty do 8 za pomocą pociągnięcia linki Bowden'a jak pokazano na rys. 12.



Rys. 11.

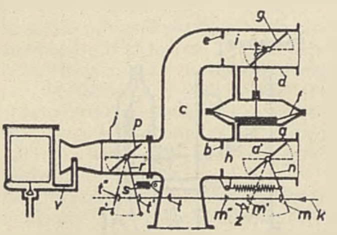


Rys. 12.



Rys. 13

Na rys. 13 linie przerywane oznaczają wielkość podciśnienia w rurze ssącej dla różnych szybkości i obciążeń, przy najkorzystniejszym spalaniu się paliwa. Linie ciągłe oznaczają to samo przy zastosowaniu automatycznego mieszalnika. Jak widać różnice pomiędzy odpowiadającymi sobie liniami są bardzo małe. Mieszalnik powyższy dał bardzo dobre rezultaty przy Dieslu gazowym gdzie zapłon jest zapoczątkowany przez wtrysk do cylindra małej ilości paliwa ciekłego.



Rys. 14.

Rys. 14 przedstawia schematycznie typ mieszalnika do zwiększenia mocy silnika ponad moc osiągalną przez silnik pędzony samym tylko gazem.

Maksymalna ilość dostarczanej benzyny jest tak ograniczona, że wytwornica będzie pracowała we wszelkich warunkach. Dla tego celu karburator V jest złączony z mieszalnikiem, a dwa zawory (przepustnice) (p) i (a') związane są z przesuwalnym pedałem. Rozpatrzmy trzy kolejne położenia pedału: m, m', m'', lub t, t', t''. W położeniu m lub t tylko gaz jest dostarczany do silnika. W m' lub t' dopływ benzyny dopiero się otwiera, podczas gdy zawór gazu (przepustnica) jest całkowicie otwarty. W położeniu m'' lub t'' (ilość benzyny dostarczanej do silnika jest największa. Ponieważ gaz i mieszanka (benzyna, powietrze) razem są ssane przez jedną rurę ssącą kiedy zawory p i a' są otwarte powietrze częściowo będzie przedostawało się przez rurę (j) do wewnątrz, co spowoduje odpowiednie zmniejszenie przepływu gazu. W położeniu m'' silnik zasysa około 85% benzyny którą by zużywał pracując na samej benzynie, a przez to przepływ gazu będzie wystarczający, ażeby utrzymać ogień w wytwornicy.

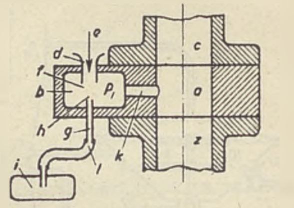
URZĄDZENIE POMOCNICZE DO ODCINANIA DOPŁYWU ROPY

do Diesl'a gazowego w czasie kiedy pojazd będzie biegł po drodze o pewnym spadku. Zasada działania i urządzenia jest pokazana na rysunku 15 z a - c przedstawia rurę ssącą nazewnątrz zaworu (przepustnicy) mieszalnika. Mała przestrzeń (b) jest połączona z rurą ssącą za pomocą kanału (k) i z atmosferą przez dyszę (d). Kiedy silnik pracuje wytwarza się w przestrzeni (b) podciśnienie (Pl), które powoduje ssanie powietrza przez dyszę (d). Szybkość przepływu powietrza będzie wyrażona wzorem:

$$C^2 = \frac{2g}{\gamma} (p_a - p_1)$$

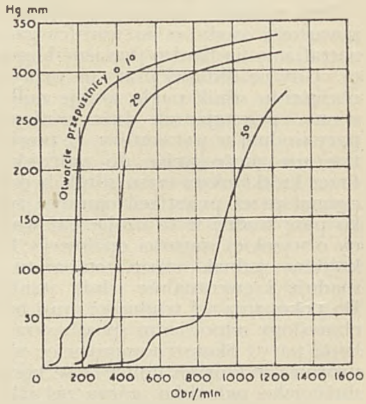
gdzie p_a — ciśnienie atmosferyczne, γ—ciężar właściwy powietrza w przestrzeni ssącej (f). Kanał (g) łączy przestrzeń (b) z małym zamkniętym naczyniem (i).

Ciśnienie przy otwarciu (h) wynosi P_1 $(P_a - P_1)$. Innymi słowy suma ciśnienia statycznego (p_1) i ciśnienia powstałego z przepływu powietrza (to



Rys. 15.

ostatnie wyraża się wzorem $\frac{c^2\gamma}{2g}$) = $P_a - p_1$. Oczywiście ciśnienie w naczyniu (i) jest stałe przy ciśnieniu atmosferycznym p_a. Kiedy natomiast ciśnienie p_1 spadnie poniżej ciśnienia krytycznego (0,53 p_a) szybkość prze-



Rys. 16.

pływu powietrza przez dyszę (d) dalej nie wzrasta co powoduje nagły spadek ciśnienia w naczyniu (i) poniżej atmosferycznego. Rozpatrywana nagła zmiana ciśnienia zostaje wykorzystana do uruchomienia mechanizmu do odcięcia dopływu ropy. Rys. 16 podaje wyniki pomiarów ciśnienia w naczyniu (i) i wykazuje że nagły spadek ciśnienia zachodzi w pewnych warunkach.

ISTOTA ZJAWISKA SMAROWANIA I NAZWY NIEKTÓRYCH CECH SMARÓW

Inż. W. Zalewski, W.I.T.

Chociaż istota procesu smarowania trących się powierzchni została wyjaśnioną już dość dawno, nie jest jeszcze dość powszechnie znaną. W książkach, traktujących o silnikach, dziś jeszcze spotyka się mętne tłumaczenie zjawiska, zaciemniające istniejący obraz.

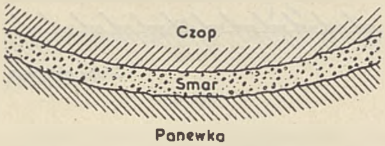
Terminologia cech smaru, związanych z jego działaniem, została ustalona bez należytego zrozumienia zachodzących zjawisk, jest więc daleką od doskonałości. Terminy techniczne i naukowe przechodzą ewolucję, powstając z wyrażeń mowy potocznej, przystosowanych do zjawisk jeszcze nie zrozumianych. W miarę poznawania i precyzowania istoty tych zjawisk doznają zmian i dopiero, gdy uzyskają ścisłą definicję i powszechność zastosowania, stają się terminami naukowymi lub technicznymi.

Przy niejasności lub złożoności zjawiska należy przykładać szczególną uwagę do prostoty i ścisłości odpowiedniej terminologii aby go nie zaciemniać, a przeciwnie ułatwić orientację we wchodzących w grę szczegółach.

Aby móc się zastanowić nad terminologią cech smarów musimy rozpatrzyć istotę smarowania w całości. Fizyka smarowania jest przedmiotem tak ważnym w mechanice, że nie od rzeczy będzie tutaj rzucić na nią trochę więcej światła.

Mówić tu będziemy o smarowaniu czopa w panewce, odnosić się to będzie jednak również do wszelkich innych wypadków smarowania pomiędzy powierzchniami w ruchu posuwistym.

Wyobraźmy sobie odcinek przekroju szczeliny pomiędzy panewką a czopem w wielkim powiększeniu (rys. 1). Zadaniem ciała smarującego jest niedopuszczać do wzajemnego zetknięcia się cząsteczek materiałów czopa i panewki, które w takim wypadku zawadzając o siebie, odrywają się



Rys. 1.

od powierzchni, wytwarzając pył metaliczny lub, wgryzając się w inne miejsca pracujących powierzchni niszczą jej dokładność.

Podczas ruchu czopa, cząsteczki smaru zostają wprawione w ruch wewnętrzny spowodowany trzema czynnikami: 1) nierównościami pracujących powierzchni—co istnieje zawsze, 2) przywieraniem skrajnych cząsteczek smaru (adhezia) do pracujących powierzchni na skutek aktywności smaru w stosunku do tej powierzchni, co zachodzi jedynie przy istnieniu aktywności, 3) tarciem metalu o smar tylko w wypadku gdy nie istnieje aktywność.

Wewnętrzny ruch smarującego płynu wytwarza siłę nośną utrzymującą ponad panewką, czop oddzielony od niej warstwą płynu (smarowanie pełne). Nośność ta powstaje dopiero przy pewnej szybkości ruchu, a do głównych czynników wywołujących ją trzeba zaliczyć ruch wirowy płynu i działania dynamiczne powodowane nierównościami pracujących powierzchni.

Intensywność wirów zależy od tarcia wewnętrznego cieczy, tj. od oporu, jaki cząsteczki stawiają przy wzajemnym przesuwaniu ich. Tarcie to jest tym większe im płyn jest bardziej gęsty (wiskozowy). Ten wypadek smarowania pełnego zwanego też „płynnym" jest zjawiskiem czysto hydrodynamicznym.

Zachodzi analogia z samolotem. Jak w samolocie, siła nośna spowodowana jest opływem powietrza wokół profilu skrzydła na skutek ruchu, a strata szybkości poniżej pewnej granicy powoduje upadek, tak w panewce nośność spowodowana jest ruchami wewnętrznymi płynu smarującego, wywołanymi szybkością ruchu a strata tej szybkości poniżej pewnej granicy powoduje wzajemne zetknięcie się pracujących powierzchni i ścieranie się ich (pomijając na razie działanie warstwy granicznej smaru). Przy smarowaniu płynnym czop i panewka nie zużywają się mechanicznie. Nośność panewki wówczas można wyrazić wzorem:

$$P = K\mu N \left(\frac{r}{R-r}\right)^2 C$$

K — charakterystyka operacyjna (p. dalej),
N — ilość obrotów na minutę,
μ — wsp. tarcia wewnętrznego w jedn. lb. sec./m².
R, r—promień panewki i promień czopa—jedn. dowolne,
C — współczynnik wyciekania z końca panewki, zależny od l/d.

Wzór ten nie uwzględnia warunków istniejących w „warstwach granicznych" ani rodzaju materiałów czopa i panewki, gdyż czynniki te w smarowaniu płynnym można pominąć.

Jak widzimy nośność jest wprost proporcjonalna do współczynnika tarcia wewnętrznego μ i do ilości obrotów na min. *n*. Współczynnik μ zmienia się w czasie pracy ze zmianą temperatury, a co za tym idzie i płynności smaru. W warunkach ustalonej pracy poza powolnymi zmianami powodowanymi zmianą w chemicznym składzie smaru, współczynnik ten pozostaje stałym. Charakterystyka operacyjna *K* zależy od stosunku najmniejszej grubości warstwy płynnej smaru do luzu promieniowego w łożysku i od kąta pracy czopa. Jest to wielkość natury konstrukcyjnej.

Podobnie znów jak skrzydło w samolocie czop musi mieć dla bezpieczeństwa pewien nadmiar szybkości. Powiększanie szybkości czopa ponad pewną minimalną niezbędną wielkość powoduje grubienie warstwy smaru i unoszenie się czopa wyżej ponad panewkę (mowa o obciążeniu pionowym). Jeżeli panewka jest jednostronna, czop unosi się tak, że pozostaje zawsze równowaga pomiędzy jego obciążeniem, a nośnością smaru, ponieważ nośność warstwy smaru maleje z wzrostem jej grubości i odwrotnie. Jeżeli natomiast panewka otacza czop dookoła, wówczas unosić się on może tylko do osiągnięcia wspólnego środka geometrycznego z panewką (przed tym był niżej) przy czym ciśnienie smaru rozchodzi się szerzej, poza stroną nośną. Może ona doprowadzać do wytwarzania się przeciw ciśnienia i zwiększać wyciek smaru szczelinami w końcach panewki. Wszystko to powoduje wzrost strat energii, ale straty te przy smarowaniu płynnym są w ogóle niewielkie i łatwo się pogodzić z takimi ich wielkościami, przy których płynność smarowania zostaje zabezpieczoną w możliwie najszerszych granicach panujących warunków.

Opór ruchu czopa wyrażony współczynnikiem tarcia ogólnego nie zależy od wielkości obciążenia przy smarowaniu płynnym, a tylko od: grubości warstwy smaru, współczynnika tarcia wewnętrznego i szybkości ruchu. Przez to zależność współczynnika tarcia ogólnego łożyska od obciążenia i szybkości ma charakter bardzo złożony.

Zmniejszanie szybkości ruchu, zwiększenie obciążenia, albo zmniejszanie współczynnika tarcia wewnętrznego smaru, prowadzą do pośredniego stanu smarowania, przy którym w zagłębieniach i w miejscach większego luzu pozostaje smarowanie płynne, odgrywając już tylko drugorzędną rolę. W miejscach największego zbliżenia obu materiałów, wytwarza się smarowanie graniczne dwoma przywartymi do obu metali cienkimi jednomolekułowymi warstwami smaru, które ślizgają się po sobie wzajemnie. Te jednomolekułowe błony ulegają często zrywaniu i wtedy występuje ścieranie się materiałów.

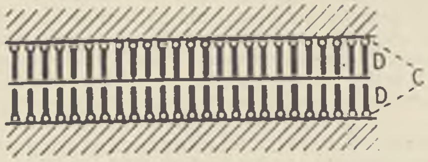
Ten rodzaj smarowania pośredniego lub niepełnego wytwarza się również przy niedostatecznym doprowadzaniu smaru, w stosunku do jego upływu szczelinami.

Dla wytłomaczenia warunków smarowania granicznego musimy wejść bliżej w zachodzące zjawiska.

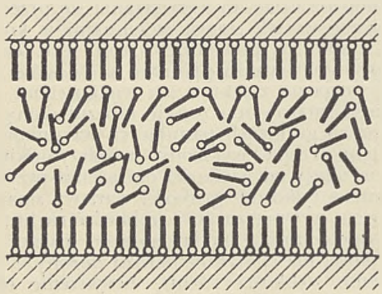
Tak na powierzchni czopa jak i na powierzchni panewki osiadają jednomolekułowe błony substancji smarującej, stanowiące pewnego rodzaju związanie reszty smaru ze stałymi powierzchniami. Błony te trzymają się stałych powierzchni siłami międzycząsteczkowymi, zależnymi od składu chemicznego tak smaru jako też i stałej powierzchni. Zjawisko to, zwane jest adsorbcją, lecz nie jest jeszcze w zupełności wytłomaczone. D. R. Pye (1), na zasadzie doświadczeń przeprowadzonych przez Hardy'ego (2) i jego współpracowników, objaśnia to następująco:

Substancje smarujące składają się z wydłużonych molekułów o dużym ciężarze cząsteczkowym i o niesymetrycznej budowie, takiej, że posiadają w jednym końcu grupy chemicznie aktywne, podczas gdy reszta cząsteczki jest chemicznie bardzo słabo aktywną lub obojętną. Molekuły te posiadają więc jakby biegunowość, a ich aktywne bieguny przyczepiają się do powierzchni metalu z dużą siłą, podobną do siły reagowania chemicznego, trzymając resztę molekułu sterczącą na podobieństwo włosów szczotki. Siła wiążąca molekuły z powierzchnią sięga nieco dalej, choć znacznie słabiej i wywiera wpływ na jeszcze parę dalszych warstw molekułów, dając im częściową orientację w stosunku do powierzchni. Rys. 2 przedstawia schematyczny obraz ustawienia molekułów w warstwie granicznej, jak to tłumaczy Hardy, w smarowaniu tą warstwą jedynie, zaś rys. 3 — szczelinę wypełnioną warstwą płynną. Na rys. 3 znać częściową orientację dalszych molekułów.

Dokonano pomiarów grubości warstwy granicznej, rozlewając dokładnie odmierzoną objętość płynu na nieruchomej powierzchni wody. Objętość ta, podzielona przez pokryte badanym płynem pole powierzchni wody, dawała grubość tej jednomolekułowej warstwy. Przyjęto tę wielkość za jeden wymiar molekułu. Drugi wymiar określono



Rys. 2.



Rys. 3.

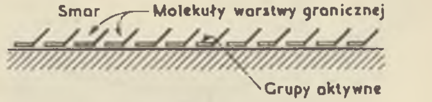
dzieląc pokrytą powierzchnię przez ilość molekułów, która była znaną, dało to pole przekroju jednego molekułu (w płaszczyźnie poziomej). W badanej serii płynów, posiadających silną skłonność adsorbcyjną, znaleziono grubość warstwy od 11,2.10-^{8} cm do 25.10-^{8} cm, zaś pierwiastek kwadratowy z przekroju molekułu od 4,6.10-^{8} cm do 11,2.10-^{8} cm. Świadczy to, o wydłużeniu molekułów w kierunku prostopadłym do zalanej powierzchni.

Wspomnieni powyżej autorzy, a także R. Haskell i C. M. Larson („Mechanical Engineers Handbook'', L. S. Marks) i inni, uzależniają siłę przyczepności błony smarowej do metalu od aktywności chemicznej. Hardy i Pye przypisują decydującą rolę jedynie aktywności chemicznej biegunów molekułów, przyjmując jednak, że smar nie wytwarza widocznej korozji i nie wytrawia metalu. Jako przykład służy wg. nich olej rycynowy, którego skłonność do korozji jest praktycznie biorąc bardzo mała, wytwarzana zaś przezeń błona graniczna jest tak mocna, że trudno ją zmyć rozpuszczalnikami. Z tego powodu był on stosowany do impregnowania pracujących powierzchni nowych silników. Po kilku godzinach wstępnego pędzania na oleju rycynowym silnik pracując następnie na oleju mineralnym, stawał się bardziej odporny na zrywanie granicznej warstwy smaru. R. Haskell i C. M. Larson przypisują trzymanie się błony granicznej poprostu ogólnej chemicznej aktywności smaru, podając że smary gęste, przeznaczone dla najcięższych warunków smarowania (granicznego) posiadają domieszki chemiczne, silnie aktywne i korodujące metal, po to aby się trzymały metalu.

Inni badacze inaczej przedstawiają budowę błony granicznej. Przyczepność do metalu tłomaczą nie aktywnością chemiczną lecz aktywnością fizyczną. Podają oni nieco inny charakter biegunowości molekułów. Według nich molekuły nie wiążą się z metalem lecz są trzymane siłami międzycząsteczkowymi działającymi na pewną bardzo małą odległość. Są one zdolne przesuwać się po powierzchni metalu, ustawiają się zaś nie prostopadle do powierzchni lecz skośnie, z załamaniem jak przedstawia rys. 4.

Interesujące są badania mieszanin różnych płynów smarujących, przeprowadzone przez Hardy'ego (2), w szczególności badania wpływu ciężaru cząsteczkowego na współczynnik tarcia łożyska dla różnych typów związków łańcuchowych, w smarowaniu warstwami granicznymi.

Sprawa wytwarzania się błony granicznej przy smarowaniu jest tematem bardzo obszernym. Wchodzi tu w grę wiele czynników drugorzędnych i nie jest celem niniejszego artykułu rozważać wszystkie szczegóły. Czytelnicy interesujący się tym znajdą wyczerpującą literaturę. Tutaj chodziło jedynie o podanie wyjaśnienia podstawowego zjawiska



Rys. 4.

wiska, które jest powodem powstawania błony smarowej, przylegającej do powierzchni metalu, wytwarzającej warunki smarowania granicznego.

Po tym rozpatrzeniu staje się jaśniejszym na czym polega istota smarowania i jakie są główne warunki, aby się ono odbywało. Rozpatrzymy tu 3 zasadnicze teoretyczne wypadki, zupełnie od siebie różne:

1) Cząsteczki płynu nie posiadają aktywności w stosunku do obu powierzchni stałych, zaś płyn posiada spoistość wewnętrzną, dającą tarcie wewnętrzne przy ruchu. To znaczy płyn smarujący odpada od stałych powierzchni.

Smarowanie odbywa się tylko w formie smarowania płynnego. Ruch wewnętrzny w cieczy wywołany jest tylko nierównością ruchomych powierzchni, które płyn oddziala i wzajemnem tarciem, a nośność jest tym większa, im większy jest współczynnik tarcia wewnętrznego, który wzrasta ze wzrostem gęstopłynności (wiskozy). Płyn się nie przyczepia, nie trzyma się, nie przylepia do metali. W razie zaniku warunków smarowania płynnego, powierzchnie stałe wchodzą w bezpośredni kontakt. Płyn ten nie może być smarem.

2) Cząsteczki płynu posiadają aktywność w stosunku do pracujących powierzchni tego rodzaju, jaka jest konieczną dla wytwarzania się błony jednomolekułowej, zaś tarcie wewnętrzne płynu nie istnieje.

W tym wypadku nie może istnieć smarowanie pełne, gdyż płyn nie jest zdolny do przenoszenia ciśnienia i wycieka ze szczeliny między metalami. Tarcie metalu o płyn nie ma znaczenia. Ciśnienia dynamiczne jakie się wytwarzają w płynie, wskutek nierówności pracujących powierzchni są b. małe, a powodują usuwanie płynu ze szczeliny. Pozostaje tylko smarowanie warstwą graniczną. Płyn ten nie może być smarem.

3) Płyn posiada dostateczną aktywność dla wytwarzania się błony przywartej do metalu, oraz spoistość wewnętrzną, wywołującą tarcie wewnętrzne. Smarowanie może być pełne (płynne), a po zaniku zewnętrznych warunków umożliwiających smarowanie płynne, może istnieć smarowanie graniczne. Taki jedynie płyn ma cechy smaru.

Wnioski odnośnie terminologii cech smaru:

Jak widać z powyższego rozważania, aby płyn mógł być nazwany smarem, musi posiadać 2 główne cechy:

1) zdolność przywierania, przyczepiania się lub przylepiania się skrajną warstwą do pracującej powierzchni, aby się jej trzymał,

2) musi mieć pewną „gęstość'' w pojęciu polskiej mowy potocznej, czyli gęstopłynność, dającą opór przesuwania się jednej warstwy po drugiej (wewnątrz płynu), czyli tarcie wewnętrzne.

(Oczywiście istnieje pewna względność tych pojęć, ograniczona pospolitymi warunkami, spotykanymi w życiu technicznym.)

Przy podanym pojęciu zjawiska smarowania, wyrażenie „lepkość'', przyjęte w naszym języku technicznym dla określenia cechy Nr. 2, zwanej inaczej „wiskozą'', wydaje się myleniem pojęć.

Dalej cechę Nr. 1 nazwano „smarnością'' bez sprecyzowania tego pojęcia. Logiczne rozumowanie zaś mówi, że jeżeli „smarem'' możemy nazywać ciało posiadające jedynie obie cechy Nr. 1 i 2 łącznie, to jeżeli słowo „smarność'' ma być używane, to tylko chyba dla wyrażenia istnienia obu tych cech łącznie, w pewnych widocznych wartościach. Nie nadaje się jednak ono do używania jako

określenie ścisłe, ani w ograniczeniu do jednej tylko, z dwuch cech zasadniczych.

Aby istotę smarowania uczynić bardziej przejrzystą na tle terminologii, proponuję zmienić przyjęte nazwy jak następuje:

Cechę Nr. 1 nazywać „przyczepnością" (zależną też od metalu);

cechę Nr. 2 nazywać „wiskozą" co jest wyrażeniem międzynarodowym, znanym i spotykanym także w języku technicznym polskim.

WNIOSKI DLA MECHANIKI

Dla maszyn o zmiennej szybkości ruch, o ruchu zwrotnym, lub o zmiennym obciążeniu, należy dążyć do utrzymania możliwie największego nadmiaru nośności warstwy płynnego smaru. Jeżeli szybkość ruchu spada do zera, np. w ruchu zwrotnym, należy się starać aby warunki smarowania płynnego (jeżeli w ogóle możliwe) trwały możliwie najdłuższy okres czasu.

Aby smarowanie warstwami granicznymi było najbardziej skuteczne trzeba, aby błony na obu metalach trzymały się jednakowo mocno, tj. smar powinien posiadać jednakową aktywność (w pojęciu wyżej omówionym) w stosunku do obu metali, poza tym musi być nadzwyczaj gładkie obrobienie powierzchni.

W miejscach o smarowaniu płynnym, zasadniczą rolę gra wiskoza smaru, podczas gdy jego przyczepność jest pomocną w smarowaniu przy uruchamianiu i zatrzymywaniu maszyny, kiedy giną warunki smarowania płynnego.

W miejscach o ruchu zwrotnym, obie zasadnicze cechy grają rolę równorzędną; im większa wiskoza tym stosunkowo dłuższy jest okres smarowania płynnego, tym wolniej smar wycieka w chwili straty szybkości im lepiej zaś trzyma się powierzchni (przylepia się), tym lepiej pracuje w warunkach smarowania granicznego. W trybach, łożyskach tocznych itp. zasadniczą rolę odgrywa trzymanie się smaru, lecz przy szybkim ich ruchu, posiada znaczenie również wiskoza. Płyn smarujący o dużej wiskozie, zanim zostanie wyciśnięty z miejsca pracującego, zależnie od stopnia krzywizny pracujących powierzchni, amortyzuje uderzenia, a otaczając punkt największego nacisku warstwą płynną, przenosi przez nią część sił. W innych miejscach natomiast zwiększa się straty mocy.

ŹRÓDŁA

1. *„The Internal Combustion Engine", Vol. II, D. R. Pye., 1934.*
2. *„P. S. and I. R. Lubrication Research", Technical Paper No. 1 H.M. Stationery Office, 1930.*
3. *„Lubrication and Lubricants", Archbutt Leonard and Mountford Deeley, 1927.*
4. *„Mechanical Engineer's Handbook", Lionel S. Marks, 1941.*
5. *„Theory of Film Lubrication", Boswall.*

ALUMINIUM A KONSTRUKTOR

(E. G. West, Ph.D., B.Sc., „Journal of the Institution of Automobile Engineers", January, 1946.)

Tłumaczył A. A.

*(dokończenie *)*

CHARAKTERYSTYKA WŁASCIWOSCI WYTWÓRCZYCH

Jedną z najgłówniejszych zalet aluminium i jego stopów jest łatwość z z jaką możemy je przerabiać i formować drogą normalnych procesów metalurgicznych. Odlewy w piasku, odlewy kokilowe, odlewy pod ciśnieniem, kształtowniki i rury wyciskane, blachy, taśmy, odkuwki, nity wszystkich typów otrzymuje się bez trudności i chociaż nie jest możliwe w ramach tego artykułu omówić szczegół produkcji poszczególnych typów, podamy krótki opis charakterystycznych cech ich produkcji, aby podkreślić łatwość z jaką wymagania konstruktora mogą być spełnione. Niektóre własności wytwórcze stopów aluminiowych mogą wpływać na projekt przedmiotu w wyższym stopniu niż wytrzymałość czy inne czynniki wynikające z warunków jego pracy. Ogólnie mówiąc ,wybór tworzywa jest zwykle kompromisem i ten wypadek jest może najczęstszym, jeżeli chodzi o odlewy.

Odlewy.

Duża szybkość utleniania się aluminium może spowodować wtrącenia tlenków, a skłonność do pochłaniania gazów może wywołać porowatość odlewu, o ile nie zostaną przedsięwzięte odpowiednie środki ostrożności w odlewni. Jak wszystkie metale tak i aluminium wykazuje w czasie krzepnięcia pewien skurcz, wynoszący 5 - 7% objętości. Aby nie uszkodzić właściwego odlewu, skurcz krzepnięcia odlewu musi być ześrodkowany w jego nadlewach, które zostają później odcięte. Płynność różnych stopów zmienia się w dość szerokich granicach i może ona zadecydować w wyborze stopu nadającego się na odlewy cienkościenne lub o ściankach bardzo różnej grubości. Niektóre stopy mogą okazać skłonność do pęknięć w czasie chłodzenia, szczególnie w partiach o ograniczonym skurczu. Ta skłonność do „kruchości na gorąco" zależy głównie od składu chemicznego stopu, a pękanie zachodzi zwykle w temperaturach nieco poniżej punktu topliwości. Ponieważ pęknięcia przez to wywołane mogą być niewidoczne na powierzchni, stopy objawiające kruchość na gorąco nie powinny być używane na odpowiedzialne i skomplikowane odlewy. Istnieją jednak pewne odchylenia od tej zasady, gdyż np. wodoszczelne odlewy można bardzo łatwo otrzymać z tych stopów.

Zwrócić należy uwagę na mechaniczne własności stawiane odlewowi, a szczególnie jego własności wytrzymałościowe, które mogą odbiegać od danych specyfikacyjnych, charakterystycznych dla danego stopu są słuszne li tylko dla normalnych próbek pomiarowych, które w praktyce krzepną w sposób odmienny niż to się dzieje w różnych częściach formy. W ten sposób może być częściowo wytłumaczona rozbieżność w zachowaniu się pewnych stopów. Stop wybrany dla jego wysokich własności wytrzymałościowych może dać odlew zachowujący się w pracy gorzej aniżeli taki sam odlew wykonany ze stopu o niższych własnościach wytrzymałościowych, a to z tej przyczyny, że stop pierwszy o wysokich własnościach wytrzymałościowych nie posiada własności odlewniczych odpowiednich dla danej konstrukcji. Mając wybrane tworzywo o odpowiedniej wytrzymałości i własnościach odlewniczych dla danej konstrukcji, możemy spodziewać się otrzymania jednolitych i dobrych odlewów. Zasadnicze znaczenie ma w tym wypadku współpraca konstruktora i odlewnika celem zaprojektowania odlewu jak najprostszego bez wszelkich skomplikowanych kształtów, powodujących czy to trudności odlewnicze czy też jego niejednolitość.

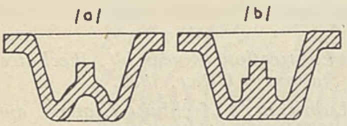
Własności wytrzymałościowe wraz z

---

*) *Początek patrz „Przegląd Motoryzacyjny" Nr. 17, str. 143.*

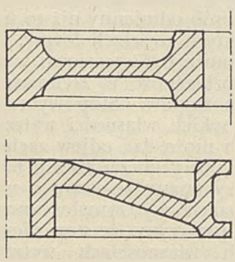
modułem sprężystości wpływają nie tylko na ogólny kształt odlewu ale także na kształt i wymiary jego szczegółów. Ostre naroża powinny być zawsze zaokrąglone nie tylko dla uniknięcia skupienia naprężeń, ale też niepożądanego krzyżowania się płaszczyzn krystalizacji na poprzecznym przekroju odlewu, w czasie jego krzepnięcia.

Zaokrąglenia muszą się znajdować wszędzie tam, gdzie występują zmiany grubości ścianki w celu uniknięcia skupień naprężeń i ryzyka pęknięć, ponadto różnice w grubości powinny być minimalne, a przy nieuniknionych zmianach grubości należy stosować łagodne przejścia, tak jak wskazuje to rys. 4.



Rys. 4. *Przekroje odlewu: a) pożądany — jednakowa grubość, b) niepożądany — zgrubiona część odlewu która może spowodować trudności odlewnicze.*

Nadlewy na wszystkich grubych częściach odlewu są bardzo ważne dla odlewnika, aby umożliwić zasilanie odlewu płynnym metalem w czasie jego krzepnięcia i uniknięcia jam odlewniczych. Ponieważ istnieje skłonność do gromadzenia się tlenków i żużla na poziomych i płaskich powierzchniach odlewu — takich powierzchni należy unikać, względnie przewidzieć takie rozwiązanie konstrukcji formy, aby pozwoliło na swobodne wpływy tlenków i żużla do nadlewu, jak to wskazuje rys. 5.



Rys. 5. *Przekroje ilustrujące sposób unikania poziomych i płaskich powierzchni w odlewie.*

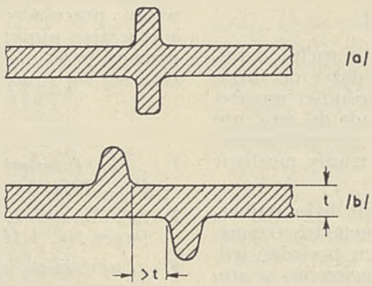
Żeberka usztywniające, np. w kątownikach, powinny być projektowane z myślą rozpraszania naprężeń, a nie ich skupiania, jak to wskazuje rys. 6.

Żebra usztywniające płaskie powierzchnie nie powinny zwiększać maksymalnej grubości przekroju, jak to wskazuje rys. 7-a.

Zasadniczo nie ma ograniczenia co do wielkości odlewu w piasku, czynnikami ograniczającymi są jedynie



Rys. 6. *Żeberka kątownika w wypadku „a" powodują skupianie naprężeń, lepiej wykonywać je tak, jak pokazano pod „b".*



Rys. 7. *Usztywniające żebra płyty nie powinny być projektowane jak pod „a", ze względu na pogrubienie przekroju płyty, lepiej je umieścić w pewnym odstępie równym co najmniej grubości płyty, jak pod „b".*

ogólny kształt i kostrukcja odlewu, jak też wyposażenie odlewni i jej możliwości odlewnicze. Podobnie nie ma sztywnej granicy dla wielkości odlewów kokilowych; w dotychczasowej praktyce maksymalny ciężar wykonanego odlewu wyniósł 55 kg.

Wielkość odlewów pod ciśnieniem zależy przede wszystkim od wielkości stosowanej maszyny odlewniczej, a największy dotychczas wykonany odlew pod ciśnieniem miał powierzchnię na złączu kokili, wynoszącą 1950 cm², grubość 25 cm, a wagę ok. 4.5 kg.

Charakterystyczne dane odlewnicze stopów aluminiowych są zestawione w tabeli XII.

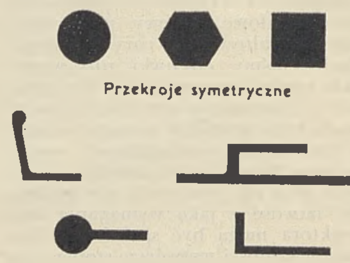
Odkuwki.

Produkcja odkuwek z aluminiowych stopów jest procesem wymagającym specjalizacji, a ciężar wykonywanych odkuwek wynosi od kilkunastu gramów do 300 kg.

Na odkuwki stosuje się przeważnie stopy poddające się obróbce cieplnej, jednak wiele małych części przenoszących niskie obciążenia zostało odkutych ze stopów aluminiowo-magnezowych (5% magnezu). W Wielkiej Brytanii odkuwki są wykonywane głównie z wyciskanych prętów lub wlewków.

Stopy aluminiowe wymagają więcej mocy dla ich kucia niż stal, oczywiście przy temperaturach kucia odpowiednich dla danego tworzywa. Stosowane są młoty lub prasy. Młoty stosujemy opadowe, parowe lub pneumatyczne, a ciężar młota wynosi od 50 kg do 30 ton, przy ciężarze całego zestawu do 500 ton. Do kucia w foremnikach używamy małych pras z kołami zamachowymi, aż do hydraulicznie poruszanych o zdolności gniotu do 20.000 ton. Temperatury kucia wynoszą od 350 do 480°C. Temperatury końcowych operacji kucia wynoszą od 380 do 430°C, zależnie od typu stopu. Dokładna kontrola temperatury i kolejność operacji jest bardzo ważna, jeżeli chodzi o drobno ziarnistą budowę odkuwki. Kształt odkuwki musi być taki, aby kierunki włókien w końcowym produkcie gwarantowały najlepsze własności mechaniczne w najbardziej naprężonych przekrojach — stąd wynika konieczność współpracy konstruktora z projektującym foremnik. Ostre lub duże zmiany przekroju są niepożądane, a wszystkie naroża powinny posiadać odpowiednie zaokrąglenia.

Próby przeprowadzane na odkuwkach dały odchylenia w stosunku do danych wzorcowych, podobnie jak przy odlewach, i fakt ten jest uwzględniony w brytyjskich normach na odkuwki, w formie następującej uwagi: „próbki wzorcowe dla odkuwek wskazują tylko na jakość tworzywa i nie należy przyjmować, że własności odkuwek i próbki wzorcowej będą jednakowe". Mechaniczne własności możnaby wierniej ocenić gdyby próbka wzorcowa była odkuta z tworzywa odkuwki i posiadała jej grubość. Trudność jest tylko ta, że nie wiele odkuwek posiada jednakową grubość. Obróbka termiczna odkuwek i próbek wzorcowych posiada ogromny wpływ na ich własności mechaniczne. Jest to jednak tak szeroka dziedzina, że wymaga osobnego omówienia.



Rys. 8.

Rys. 9. *Należy unikać ostrych krawędzi i nagłych zmian grubości przekrojów wyciskania.*

TABELA XII
ZESTAWIENIE ODLEWNICZYCH STOPÓW ALUMINIOWYCH

Znakowanie	Używany w stanie	Płynność*)	Kruchość na gorąco*)	Szczelność odlewu pod ciśnieniem*)	Zastosowanie
A.C.1	Surowym	2	2	2	Odlewy kokilowe, na części słabo obciążone i nie narażone na uderzenia.
A.C.2	Surowym	1	2	1	Odlewy pod ciśnieniem, dla celów ogólnych.
A.C.3	Surowym	2	3	2	
A.C.4	Surowym	2	1	1	Odlewy w piasku, kokilowe i pod ciśnieniem, zwłaszcza na części płynoszczelne.
A.C.5	Surowym	2	1	3	Odlewy w piasku i kokilowe, wysoce odporna korozję, na części średnio obciążone. Dobra odporność na uderzenia i dobry wygląd zewnętrzny.
A.C.6	Surowym	1	1	1	Odlewy w piasku, kokilowe i pod ciśnieniem, wysoce odporne na korozję zwłaszcza cienkościenne. Dobra odporność na uderzenia.
A.C.7	Starzonym w niskiej temperaturze . . .	2	1	2	Odlewy w piasku i kokilowe o skomplikowanym kształcie, na części pracujące w podwyższonych temperaturach.
A.C.8A.	Starzonym w niskiej temperaturze . . .	1	1	1	Odlewy w piasku i kokilowe o dużej odporności na korozję, na części dla celów specjalnych.
A.C.8B.	Zahartowanym . . .	1	1	1	
A.C.9A.	Starzonym w niskiej temperaturze . . .	1	1	1	Podobne jak A.C.6, jednak wyższa wytrzymałość na skutek obróbki cieplnej.
A.C.9B.	Ulepszonym cieplnie .	1	1	1	
A.C.10	Zahartowanym . . .	2	2	3	Odlewy w piasku i kokilowe dla celów specjalnych. Wysoce odporne na korozję i uderzenia.
A.C.11A.	Zahartowanym . . .	2	3	3	Odlewy w piasku i kokilowe, dal celów specjalnych.
A.C.11B.	Ulepszonym cieplnie .	2	3	3	
A.C.12	Ulepszonym cieplnie .	2	2	3	Odlewy w piasku i kokilowe, na tłoki z wyjątkiem Diesel'a i silników o wysokiej wydajności.
A.C.13A.	Ulepszonym cieplnie .	2	1	2	Odlewy w piasku i kokilowe, o niskiej rozszerzalności, na tłoki.
A.C.13B.	Starzonym w niskiej temperaturze . . .	2	1	2	
A.C.14A.	Ulepszonym cieplnie .	2	2	3	Odlewy w piasku i kokilowe, na tłoki i głowice cylindrowe silników o wysokiej wydajności.
A.C.14B.	Zahartowanym . . .	2	2	3	
A.C.15	Ulepszonym cieplnie .	2	2	3	

*) Podane liczby przedstawiają wartości względne, „1" oznacza wartość najwyższą.

Wyciskanie.

Proces ten polega na tym, że metalowy bloczek cylindryczny podgrzany do odpowiedniej temperatury jest wyciskany za pomocą prasy hydraulicznej przez matrycę formującą żądany profil. Nieograniczona rozmaitość kształtowników o przekrojach pełnych lub wydrążonych może być w ten sposób wytworzona, dając konstruktorowi dużą swobodę w wyborze właściwego przekroju z wynikiem korzystnym zwłaszcza dla produkcji. Chociaż praktycznie nie ma ograniczeń co do stopnia skomplikowania przekroju kształtownika, który może być wyciskany, pewne zasadnicze wytyczne odnośnie ich produkcji powinny być znane konstruktorowi gdyż znajomość ich umożliwia projektowanie takich przekrojów które mogłyby być wykonane ekonomicznie i z żądanymi tolerancjami wymiarów.

Z reguły dąży się przy wyciskaniu do uzyskania symetrycznego wypływu metalu przez otwór matrycy. Najłatwiejszym do wyciskania jest przekrój okrągły, następnie kwadratowy, sześciokątny i inne przedstawione na rys. 8. Wydążone przekroje można też otrzymać metodą wyciskaną, ale mamy tutaj większe ograniczenia z powodu konieczności używania tłocznika, utrzymywanego sztywno w ujściu matrycy.

Ostre naroża zmniejszają znacznie szybkość wyciskania, natomiast zaokrąglenia o promieniu krzywizny rzędu 0,75 - 1,0 mm wystarczają aby spowodować znaczne zwiększenie produkcji i łatwość wyciskania oraz przedłużenie żywotu matrycy. Gwałtowne zmiany w przekroju są powodem trudności i dlatego zmiany grubości powinny być łagodne przez stosowanie zbieżnych przejść względnie zaokrągleń naroży. Jeśli część przelotu matrycy stanowi przekrój niemal całkowicie zamknięty lub gdy matryca posiada wypustki (języki) żywot takich matryc jest bardzo krótki — stąd gdzie tylko to jest możliwe należy tego rodzaju przekroje zastąpić koryt-



/a/ Ostre krawędzie nastręczają trudności przy wyciskaniu



/b/ Zmienione przekroje dla poprawienia wyciskania



/c/ Zaokrąglone krawędzie dla łatwego wyciskania



Przekroje powodujące szybkie zużycie oczka



Przekroje poprawione celem przedłużenia trwałości oczka

Rys. 10. *Przykłady zmiany przekroju celem przedłużenia trwałości matrycy do wyciskania.*

kami lub ceownikami.

Największy przekrój normalnie produkowany w W. Brytanii jest taki, który może być zamknięty w kole o średnicy 30 cm. Większe przekroje można wytwarzać ale tylko w ograniczonej ilości i w specjalnych urządzeniach. Najmniejsza grubość jaką można otrzymać wynosi 0,75 mm, pod warunkiem, że długość przekroju jest bardzo mała. Im większa długość przekroju, tym większa powinna być jego grubość, przyczem należy pamiętać, że cienkie przekroje można łatwiej uzyskać z miękkich stopów niż z wysoko wytrzymałych obrabianych termicznie stopów aluminiowych.

Normalną długością wyciskanych kształtowników jest 9 m, chociaż można osiągnąć i większe długości, ale tylko dla pewnych przekrojów i wymagają one specjalnych urządzeń, w których możemy osiągnąć długość kształtownika dochodzącą do 27 m.

Wymiar przedmiotu wyciskanego jest ograniczony wielkością prasy oraz bloku wyjściowego jak też, przy stopach obrabianych termicznie, wielkością urządzeń do tej obróbki.

Ograniczona ilość kształtowników normalnych jest podana w brytyjskich normach (B.S. 1944), przy czym należy zauważyć, że nie ma potrzeby normalizowania kształtowników wyciskanych do tego samego stopnia jak kształtowników walcowanych, a to dzięki wielkiej łatwości z jaką stopy aluminiowe mogą być wyciskane przy użyciu prostych i niekosztownych matryc.

W. B.S. 1161 podane są tolerancje wymiarów da normalnych kształtowników konstrukcyjnych, podczas gdy tolerancje dla prętów okrągłych i innych regularnych przekrojów były tylko przedmiotem pewnych pomiarów wzorcowych. Jeżeli skomplikowane przekroje czy kształtowniki wymagają ścisłych tolerancji, to konieczne jest specjalne porozumienie się pomiędzy konstruktorem a wytwórcą i w takich wypadkach ustępstwa powinny być obustronne i daleko idące jak to tylko jest możliwe. Wielką pomocą jest jeżeli konstruktor może ustalić płaszczyznę, która będzie przyjęta za podstawową do ustawiania przedmiotu i dalszych operacji obróbki mechanicznej.

Obróbka mechaniczna.

Obróbka mechaniczna aluminium i jego stopów nie przedstawia trudności pod warunkiem zachowania należytej metody postępowania, przy czym możliwe jest stosowanie niezwykle wysokich szybkości skrawania. W rzeczywistości szybkość operacji jest ograniczona tylko przez osiągalną szybkość obrabiarki — przy braku wibracji mających szczególne znaczenie. W tabeli XIII są zebrane przeciętne zakresy szybkości dla obróbki mechanicznej stopów aluminiowych. By można było z powodzeniem stosować podane szybkości, kształt narzędzia skrawającego musi być odmienny w porównaniu z kształtem odpo-

TABELA XIII.

Szybkość skrawania i posuw przy obróbce stopów aluminiowych.

Rodzaj obróbki	Rodzaj stopu	Szybkość skrawania, m/min. Zgrubne	Szybkość skrawania, m/min. Wykańczające	Posuw, mm/obr.
Toczenie		Stal szybkotnąca		
	Miękki	275 — 450	450 — 900	Zgrubne do 0,50 Wykańczające 0,10 – 0,25
	Twardy	do 180	do 600	Zgrubne 0,20 – 0,50 Wykańczające 0,05 – 0,25
	Stopy krzemowe	60	60 – 90	0,05 – 0,10
		Spieczone węgliki wolframu		
	Miękki	do 2150	do 2150	Zgrubne do 0,30 Wykańczające 0,10
	Twardy	150 — 245	210 — 300	Zgrubne 0,20 Wykańczające 0,15
	Stopy krzemowe	120 — 170	150 — 230	Zgrubne 0,20 Wykańczające 0,10
Frezowanie		Stal szybkotnąca		0,10 do 2,50 zależnie od twardości stopu i szybkości skrawania
	Miękki	210 — 600	do 1675	
	Twardy	460	do 1830	
	Stopy krzemowe	600	——	
Wiercenie		Stal węglowa		
	Miękki	do 150		do, 0,25
	Twardy	do 120		
	Stopy krzemowe	do 60		
		Spieczone węgliki wolframu		
		do 300		do 0,12
Rozwiercanie	Miękki	60		Zgrubne 0,25 — 0,75
	Twardy	20 — 24		Wykańczające 0,075 – 0,25
Wytaczanie	Mały wiór: maksymalna szybkość wytaczarki. Gruby wiór z użyciem wytaczaka: 30 – 50 m/min., wytaczadła: 20 – 24 m/min.			
Nacinanie gwintu	Miękki: 40 m/min. Twardy: 15 – 18 m/min.			——
Cięcie piłą	Tarczowa: 600 – 1500 m/min. Taśmowa: do 1500 m/min.			Zależy od rodzaju stopu i grubości przedmiotu ciętego

wiednim dla skrawania stali i stopów miedzi.

Ogólnie mówiąc, używane są noże z dużym kątem natarcia i spływania, przy czym krawędzie tnące muszą być wolne od szczerb, rys. szlifierskich czy też skaz. Chłodzenie jest zalecane dla wszystkich operacji obróbki stopów aluminiowych.

Paczenie powstające w czasie obróbki mechanicznej przedmiotu z lekkich stopów jest wywołane uwolnieniem naprężeń odlewniczych względnie naprężeń powstałych w czasie obróbki termicznej lub obróbki plastycznej na zimno. Wpływ paczenia możemy zmniejszyć przez ułożenie kolejności operacji obróbki mechanicznej w ten sposób, że w początkowych operacjach następuje uwolnienie istniejących w przedmiocie naprężeń, powodujących jego paczenie. Wykańczające operacje mogą nastąpić w dowolnie obranym czasie po operacjach wstępnych i każda zmiana wymiarów wywołana paczeniem, może być następnie operacjami końcowymi poprawiona. Trudności wynikające z paczenia się przedmiotu w czasie jego obróbki mechanicznej można w pewnym stopniu zmniejszyć przez odpowiednią obróbkę termiczną w niskich temperaturach, pod warunkiem, że nie zmieni ona wymaganych własności mechanicznych.

Tłoczenie i kucie.

Aluminium i jego stopy nie podlegające obróbce cieplnej, posiadają dobre właściwości dla obróbki plastycznej na zimno lecz, podobnie jak dla innych metali, międzyoperacyjne wyżarzanie może być potrzebne przy szeregu operacji głębokiego tłoczenia lub kucia na zimno. Temperatura wyżarzania dla stopów nie podlegających obróbce cieplnej nie jest krytyczną i zamyka się w granicach od 300° do ponad 400°C. Wysoka temperatura wyżarzania następująca zwłaszcza po małym stopniu gniotu na zimno może doprowadzić do nadmiernego rozrostu ziarna. Lokalnego wyżarzania, takiego np. jaki daje palnik acetylenowy, należy unikać gdyż może to spowodować powstanie stref o nadmiernie dużych ziarnach.

TABELA XIV.

Najmniejszy promień zaokrąglenia krawędzi przy gięciu blachy pod kątem 90°/w mm w zależności od grubości blachy/. x)

Tworzywo	Stan	Twardość w/g Vickers'a	26 s.w.g. /0,46mm/	20 s.w.g. /0,91mm/	16 s.w.g. /1,63mm/	12 s.w.g. /2,64mm/	10 s.w.g. /3,25mm/
Czyste aluminium	Miękki	20 – 22	0	0	0	0	0
	Pół-twardy	29 – 35	12	12	12	12	12
	Twardy	38 – 41	25	25	25	25	25
Stop aluminiowo-manganowy /A.W.3/	Miękki	27 – 32	0	0	0	0	0
	Pół-twardy	35 – 48	25	25	25	25	25
	Twardy	50 – 65	25	25	25	25	25
Stop aluminiowo-magnezowy /A.W.5./	Miękki	43 – 65	0	0	0	0	0
	Pół-twardy	73 – 96	12	12 – 25	12 – 25	25 – 50	25 – 50
	Twardy	102 – 124	50	50	50 – 75	75 – 100	—
Duralumin /A.W.15./	Wyżarzony	40	25	25	25	25	40
	Zahartowany	80	25	25	50	50	50
	Starzony	120 – 130	75	75	75	75	100

x) Podane liczby mają wartość orientacyjną.

TABELA XV.

Zestawienie metod spawania w odniesieniu do typowych stopów aluminiowych.

Rodzaj stopu	Płomieniowe	Arkatomowe	Łukowe – elektroda metalowa	Łukowe – elektroda węglowa	Punktowe i rolkowe	Stykowe
Czyste Al i A.W.3.	Z	M	Z/C/	—	M/C/	—
A.W.4., 5. i 6.	Z	M	Z/C/	—	Z/C/	—
A.W.10.	Z	M	Z/C/	—	M/C/	M/C/
A.W.7.	M	M	Z/C/	M	Z/C/	M/C/
A.W.15.	—	—	—	—	Z/C/	—
A.C.4.	Z	M	Z/C/	M	—	—
A.C.6.	Z	M	Z/C/	M	—	—

Z = zalecane.
— = nie zalecane.
M = możliwe, ale obecnie rzadko stosowane.
/C/ = oznacza, że stosowanie jest ograniczone grubością metalu.

Stopy obrabialne cieplnie wymagają dużej ostrożności w czasie produkcji, szczególnie przy głębokim tłoczeniu. Normalne postępowanie z tego rodzaju stopami polega na przeprowadzeniu tłoczenia w okresie czasu do dwuch godzin po zahartowaniu lub po wyjściu z chłodni. Prostowanie przez walcowanie czy też rozciąganie tworzywa spaczonego na skutek obróbki termicznej, ogranicza stopień gniotu jaki możemy stosować w późniejszych operacjach tłoczenia takiego tworzywa.

Stopy podlegające obróbce cieplnej są przerabiane w stanie wyżarzonym lecz wymagają hartowania następującego po tłoczeniu. Jeżeli chodzi o utrzymanie stopów obrabialnych cieplnie w stanie miękkim przez szereg dni po wyżarzaniu, to należy je chłodzić bardzo wolno od ściśle określonej temperatury. Ogólnie biorąc wyżarzanie w zakresie niskich temperatur daje większą miękkość i słabszą skłonność do starzenia niż wyżarzanie w zakresie wyższych temperatur. Stop, który był zahartowany przed obróbką plastyczną powinien być następnie wyżarzany w zakresie wyższych temperatur niż stop wyżarzany przed obróbką plastyczną; wymagana w pierwszym wypadku temperatura wyżarzania wynosi od 400° do 420°C, po czym powinno następować powolne chłodzenie.

Trudności jakie spotykamy, aby określić własności tworzyw dla głębokiego tłoczenia są dobrze znane lecz istnieje nadzieja, że wszczęte będą dalsze podstawowe prace na temat głębokiego tłoczenia podobnie jak to zostało zrobione przez prof. Swift'a i jego współpracowników. Pewne orientacyjne dane co do stopnia przeróbki na zimno, która może być dokonana na różnych stopach, można znaleść w tabeli XIV.

Metody używane dla przeróbki na zimno aluminium i jego stopów wykazują znaczny postęp w ciągu ostatnich lat. Obecnie zakres ich jest bardzo szeroki i obejmuje poczynając od sposobów ręcznych — formowanie przez młotkowanie, drykowanie — wszystkie typy mechanicznych pras aż do hydraulicznie poruszanych pras dla przemysłu gumowego o nacisku do 10000 ton. Prasy rozciągające oraz młoty pneumatyczne są używane do formowania przedmiotów z blach i taśm stopów aluminiowych.

Spawanie.

Spawanie jest coraz więcej używane do łączenia części z aluminium i jego stopów. Tabela XV zawiera zestawienie sposobów spawania w odniesieniu do charakterystycznych stopów aluminiowych.

Spawanie płomieniowe. Spawanie acetylenowe, wodorowe i gazem świetlnym używa się od około 40 lat do łączenia aluminium oraz ostatnio

także do spawania stopów odlewniczych i stopów kowalnych nie podlegających obróbce cieplnej. Przy stosowaniu ściśle wymaganego sposobu postępowania, spawanie nie nastręcza trudności. Wymagane jest, aby spawanie odbywało się jak najszybciej, przyczem konieczne jest stosować topnik dla usunięcia tworzącej się powłoki tlenku na powierzchni spoiny.

Spawanie łukowe znalazło zatsosowanie przede wszystkim dla stopów nie podlegających obróbce termicznej i obecnie istnieje duża ilość różnego rodzaju elektrod dla różnych celów. Proces ten stosuje się gdy chodzi o przedmioty o grubości większej od 3 mm, przy czym jak poprzednio wspomniano, tworzące się w czasie spawania na powierzchni tlenki wymagają dla ich usunięcia specjalnego topnika jako otuliny elektrod.

Metoda ta pozwala osiągnąć dużą szybkość spawania, a strefa przegrzania tworzywa otaczającego spoinę jest bardzo wąska. Stopy podlegające obróbce cieplnej mogą być spawane płomieniowo lub elektrycznie lecz spawane odkuwki nie odzyskują najlepszych własności nawet po następnej powtórnej obróbce cieplnej całego zespołu, jak to zresztą wykazuje Tabela XVI.

TABELA XVI.

Średnia wytrzymałość spoin stopów aluminiowych.

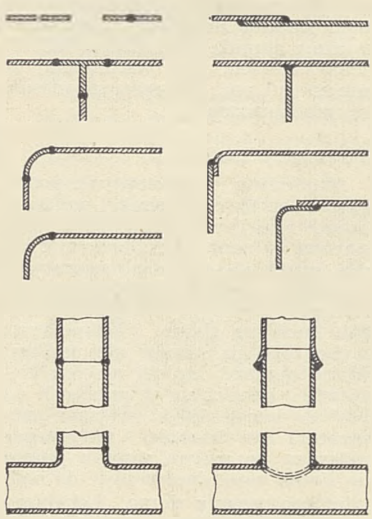
Tworzywo spawane.	Płomieniowe. kg/mm²	Łukowe. kg/mm²
Aluminium.	8–10	8,5–10
Stop aluminiowy:		
1,25 % manganu.	10,5–11,2	11,2–13,5
2,5 % magnezu.	10,5–21	13,5–21
5 % magnezu.	14–24	21–31,5
7 % magnezu.	14–28	14–28
Mg_2Si, wyżarzony.	17,5–21	17,5–21
Mg_2Si, cieplnie ulepszony.	24–31,5	—
12 % krzemu, odlew.	14–15,5	14–15,5
Duralumin:		
wyżarzony.	17,5–31,5	24–31,5
cieplnie ulepszony, /starzony/.	17,5–42	

Natomiast gdy chodzi o odlewy, to powtórna obróbka cieplna daje niemal te same własności dla spoiny co tworzywa spawanego.

Konstruktor powinien brać pod uwagę sposób rozmieszczenia spoin w taki sposób, aby topnik lub stopiony żużel nie był zatrzymywany i mógł łatwo wypływać.

Polecane położenie spoin podaje rys. 11. Topnik lub żużel pozostawiony w miejscu spawanym tworzywa aluminiowego może stać się przyczyną korozji z powodu hygroskopijnych własności składników topnika. Stąd wynika konieczność dokładnego przemycia zespołów spawanych.

Spawanie punktowe jest stosowane



Rys. 11. *Spawanie części ze stopów aluminiowych. Sposoby umieszczone po lewej stronie rysunku są polecane, po prawej nie polecane.*

dla stopów o wysokiej wytrzymałości i stopów nie podlegających obróbce cieplnej. Wysokie przewodnictwo elektryczne i cieplne stopów aluminiowych zmusza do stosowania o wiele większych gęstości prądu niż to jest wymagane dla stali przy czym dokładna kontrola prądu, ciśnienia i czasu ma zasadnicze znaczenie.

Istnieją obecnie maszyny do spawania punktowego lub rolkowego dwuch blach grubości około 3.3 mm, przy czym blachy mogą być przyspawane do kształtowników wyciskanych lub kilka blach może być spawanych razem. Konieczność stosowania wtórnego prądu o wysokim natężeniu jak dotychczas uniemożliwiła zbudowanie przenośnego typu zespołu do punktowego spawania. Charakterystyczne dane punktowego spawania są przedstawione graficznie na rys. 12.

Spawania oporowego, stykowego z wyiskrzeniem (wypływem) nie stosowano dotychczas dla stopów aluminiowych na większą skalę, jednak ostatnie doświadczenia pozwoliły na zbudowanie maszyny zdolnej do spawania oporowego z wyiskrzeniem dla ograniczonego tylko zakresu grubości.

Ostatnie badania wykazały, że aluminium i jego stopy można spawać pod ciśnieniem bez topienia; proces ten stosowali Niemcy dla jednego typu wymiennicy ciepła w silniku lotniczym.

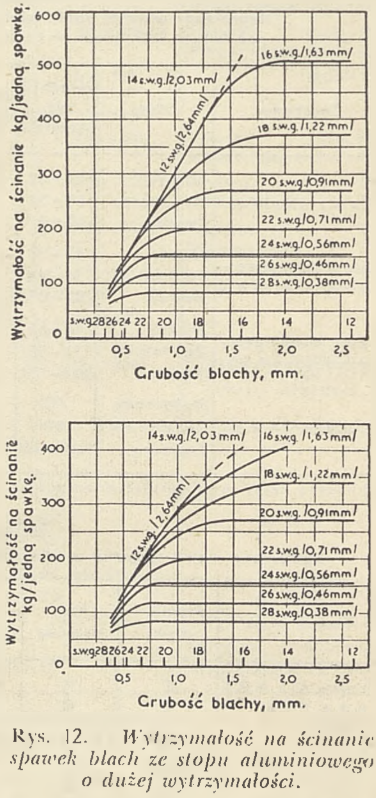
Inne sposoby łączenia.

Nitowanie było przez długi czas zasadniczym sposobem łączenia aluminium i jego stopów, w postaci blach, kształtowników itp. Używa się nitów albo czysto aluminiowych lub ze stopu aluminiowo-magnezowego, zawierającego 5% magnezu, albo ze stopów obrabialnych cieplnie.

Dla konstrukcji lotniczych i innych używa się nitów z łbem półokrągłym, grzybkowym, płaskościętym, trapezowym jak też nitów wpuszczanych o łbach o 60°, 90° i 140°. Ostatnio przyjęto, nity o łbach stożkowych dla aluminiowych stopów oraz nity specjalnego typu dla t.zw. ślepego nitowania. Nitów rurkowych używa się do połączeń blach cieńszych niż 0.911 m. Kilku typów specjalnych nitów rurkowych i oczkowych Chobert'a używa się tam, gdzie dostęp istnieje z jednej tylko strony, nity zaś de Bergue stosuje się dla połączeń wodoszczelnych.

Najbardziej może nowoczesne są nity „wybuchowe", w których mały ładunek wybuchowy umieszczony w otworze na końcu nita zostaje zdetonowany przez dotknięcie gorącym drutem, skutkiem czego ściany boczne nitu zostają wypchnięte na zewnątrz, tworząc filiżankową główkę. Budowane są także automaty do nitowania.

Wyczerpujące dane dla nitów z różnych stopów, średnice nitów zależnie



Rys. 12. *Wytrzymałość na ścinanie spawek blach ze stopu aluminiowego o dużej wytrzymałości.*

Wykres górny: spawarka dużej mocy na prąd zmienny, akumulująca energię, z wtórnym nagrzewaniem spawki.

Wykres dolny: spawarka średniej mocy na prąd zmienny, akumulująca energię.

TABELA XVII.

Dane dotyczące nitowania stopów aluminiowych.

Grubość blachy.		Średnica nita. mm	Średnica wiertła. mm	Dopuszczalne ścinające obciążenie jednego nita, w kg.		
s.w.g.	mm			Aluminium. /A. 4. E./	Aluminium — magnez. /A. W. 6. D./	Stop obrobiony cieplnie. /A W 14/
10	3,25	8	8,2	105	280	350
12	2,64	6,5	6,7	68	180	230
14	2,03	5,5	5,7	43	110	135
16	1,63	4	4,2	26	65	90
18	1,22	3,2	3,3	17	45	57
20	0,91	2,4	2,5	9,5	25	32
22	0,71	1,6	1,7	4,5	11,5	14

od grubości nitowanej blachy oraz średnie wartości dopuszczalnych naprężeń ścinających, są zestawione w Tabeli XVII. Otwory wiercone są zalecane, a odpowiednie wielkości wierteł są również podane w Tabeli XVII.

Lutowanie aluminium i jego stopów jest możliwe, przy użyciu specjalnych topników i lutów w połączeniu z odpowiednią techniką lutowniczą, jednak nie jest zalecane ze względu na słabą odporność takiego połączenia przeciwko korozji.

Lutowanie twarde znajduje coraz większe zastosowanie dla aluminium obejmując lutowanie twarde w piecach oraz lutowanie twarde przez zanurzanie, gdy chodzi o przedmioty małe w dużej ilości. Lutami podstawowymi używanymi do twardego lutowania są stopy oparte na 12% stopie krzemowym, a ponieważ zakres topliwości tych stopów zmienia się w granicach od 500 do 550°C, dlatego zastosowanie lutowania twardego ogranicza się wyłącznie do czystego aluminium lub stopów aluminiowych o bardzo niskiej zawartości dodatków stopowych. Przy konstrukcjach lutowanych twardo należy uwzględniać możliwość łatwego usuwania topnika ze spoiny.

Łączenie stopów lekkich za pomocą przyczepnych mas plastycznych wzbudziło duże zainteresowanie i cały szereg tego rodzaju sposobów używanych w przemyśle lotniczym znajdzie prawdopodobnie zastosowanie w przemyśle samochodowym w konstrukcji nadwozia, szczególnie z uwagi na to, że sposoby te dają możność wyrobu tworzywa o warstwowej budowie na tablice lub przegrody. Używanie jako wypełniaczy gumy, napowietrzonej celulozy i innych mas plastycznych jak sztuczne drzewo, prasowany korek, masa papierowa itd., w połączeniach blach aluminiowych, oddaje cenne usługi tam, gdzie chodzi o usunięcie dudnienia w nadwoziu.

WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI

Roztwór sody żrącej lub silny roztwór sody zwykłej względnie węglanu sodowego, atakują bardzo gwałtownie stopy aluminiowe, dodatek jednak opóźniacza w rodzaju meta-krzemianu sodowego zapobiega temu pod warunkiem, że roztwór nie jest zbyt silny. Dokładne przemycie jest konieczne po czyszczeniu celem usunięcia roztworu z wgłębień i połączeń zakładkowych.

Kwaszenie może być stosowane z kilku powodów: celem wytworzenia matowej powierzchni po alkalicznym oczyszczeniu, jako wstępny proces przed punktowym spawaniem lub celem wytworzenia powierzchni odpowiedniej do malowania. Istnieje wiele roztworów i jednym z najbardziej rozpowszechnionych, stosowanych dla zupełnego zanurzania przedmiotów, jest roztwór zawierający 15% kwasu siarkowego +5% kwasu chromowego. Używa się go w temperaturze 55 - 60°C z okresem zanurzenia wynoszącym 30 - 40 minut. Stosuje się też roztwór kwasu fosforowego (10 - 15% stężenia) z dodatkiem środka zwilżającego, jak również cały szereg kombinacji kwasu siarkowego i kwasu azotowego, kwasu fluorowodorowego z kwasem azotowym, kwasu siarkowego z fluorkami. Ponieważ roztwory sody żrącej i roztwory zawierające kwas fluoro-wodorowy lub fluorki, mogą wpływać na obniżenie wartości wytrzymałości tworzywa na zmęczenie i ponieważ stosowanie ich w praktyce nastręcza trudności — ich użycie nie jest zalecane.

Użytecznymi procesami są „MBV" (zmodyfikowany Bauer-Vogel), gdzie alkaliczny chromian jest stosowany w temperaturze od 80 do 100°C, oraz proces „Pylumin". Procesy te odtłuszczają i wytwarzają na powierzchni bardzo cienką warstwę, stanowiącą świetny podkład dla lakieru.

Utlenianie anodowe.

Anodowe utlenianie czyli anodowanie jest elektrolitycznym procesem (raczej prostszym niż galwanizacja), polegającym na zanurzeniu przedmiotu w kąpieli i połączeniu z ujemnym biegunem źródła prądu. Naturalnie wytwarzająca się warstwa tlenku glinu zostaje w ten sposób znacznie pogrubiona i przy należytym biegu procesu otrzymuje się powierzchnie o dużej odporności na korozję oraz podatną na impregnowanie różnymi środkami wodoodpornymi. Własności powierzchni anodowanych mogą się różnić w szerokich granicach, od bardzo twardej warstwy do bardzo elastycznej, miękkiej i porowatej powłoki, jednak we wszystkich wypadkach ich przyleganie jest doskonałe oraz wykazują one zwiększoną odporność na ścieranie.

Warstwa posiada własności reagowania i wchłaniania pewnych barwików i farb, umożliwiając stosowanie szerokiej gamy końcowych kolorów. Nie barwiona ma barwę srebrzystobiałą czystego aluminium do ciemnopopielatej lub czarnej stopów aluminiowo-krzemowych. Warstwę poddaje się zwykle „uszczelnieniu", albo zaraz po anodowaniu albo po barwieniu, przez zanurzenie w specjalnym roztworze lub przez napojenie (impregnację) lanoliną lub innymi związkami organicznymi. Wiele wytwórni stosuje anodowanie tłoków celem polepszenia ich długotrwałości.

W najbliższejp rzyszłości ukażą się brytyjskie normy dotyczące anodowanych powłok ochronnych, specjalnie odnośnie ich zdolności odbijania światła, trwałości barwy w świetle, grubości, odporności na cieranie i korozję. Rotwory kwasu chromowego lub siarkowego są używane w W. Brytanii, kwas szczawiowy jest używany w innych krajach, a szereg różnych metod zwanych pod nazwami handlowymi („Alumilite" „Elocal" itd.), posiada ochronę patentową. Należy zasięgnąć rady specjalistów przed stosowaniem anodowania, a jeszcze lepiej uwzględniać ich wskazówki przy projektowaniu przedmiotów przeznaczonych do anodowania.

W krawędziach połączeń na zakładkę może pozostać część roztworu i spowodować odbarwienie czy nalot na anodowanej powierzchni. Ogólnie mówiąc, odkuwki są bardziej odpowiednie do ozdabiania niż odlewy, szczególnie jeżeli kolorowe wykonanie jest pożądane. Ulepszenia prowadzone w procesie anodowania umożliwiły stosowanie kilku kolorów na przedmiocie, jak też wykonanie takich przedmiotów jak fantazyjne płyty, tablice z nazwami itp.

Dalsze ulepszenie metody zwiększyło naturalną zdolność odbijania światła przez metal oraz zezwoliło na pokrywanie wypolerowanej elektrolitycznie powłoki przez niedostrzegalną ochronną warstwę. Anodowane aluminiowe reflektory są przedmiotem zainteresowania świata samochodowego.

Galwanizacja.

Galwanizacja aluminium i jego stopów jest możliwa lecz nie znalazła

większego zainteresowania w przemyśle, gdyż jego technika wykonywania wymaga dużej specjalizacji. Nikiel, chrom, srebro, miedź i mosiądz mogą być nałożone bezpośrednio, przy czym nikiel jest głównie używany jako podkład dla innych metali; bezpośrednie pokrywanie stopów aluminiowych chromem znalazło zastosowanie jako środek dla polepszenia ich odporności na ścieranie. Osadzony metal musi być wolny od pór, pęknięć i innych wad powierzchniowych, gdyż w przeciwnym razie zachodzić będzie elektrolityczna reakcja pomiędzy osadzonym metalem a metalem rodzimym i może spowodować podnoszenie się lub wzdymanie się osadzonej warstwy. Galwanizacja odlewów kokilowych jest zwykle trudniejsza od odkuwek, chyba że odlew nie posiada żadnych wad powierzchniowych, powodujących zatrzymywanie elektrolitu.

Malowanie.

Farby, emalie, powłoki syntetyczne i lakiery mogą być bezpośrednio nałożone na odpowiednio przygotowane stopy aluminiowe, lecz dla dobrego przylegania czysta powierzchnia wymaga albo kwaszenia albo anodowania, albo innej chemicznej obróbki. Niektóre ze zwykle używanych farb nie są odpowiednie na podkład (farba gruntowa), ze względu na reakcję jaka może zajść pomiędzy ciężkim metalem a aluminium. Tlenek cynku i chromian cynku jako podkład są szczególnie polecane. Względnie wysoki współczynnik rozszerzalności aluminium i jego stopów powoduje czasami trudności w przyleganiu powłoki malowanej, jednak dzisiaj produkuje się już farby o dostatecznej elastyczności i problem ten nie stanowi specjalnej troski dla producentów farb.

ZASTOSOWANIE

Aluminium i jego stopy były używane w przemyśle samochodowym od najwcześniejszych jego dni. Zastosowanie stopów aluminiowych daje się najłatwiej rozpatrzyć w trzech grupach: 1) silniki, 2) samochody i motocykle, 3) przemysłowe pojazdy (towarowe, osobowe).

1) *Silniki.* Nie ma pewnych danych kiedy pierwsza część do silnika samochodowego została wykonana ze stopu aluminiowego, ale interesującym faktem jest, że silnik poruszający pierwszy samolot Braci Wright, posiadał aluminiową osłonę wału korbowego i koszulkę wodną odlane jako całość. Stop zawierał: 8% miedzi i był analogiczny do znanego dzisiaj stopu podanego w specyfikacji jako B.S.4L.11.

Od tego czasu zastosowanie stopów aluminiowych ogarnęło coraz szersze pola tak, że np. silnik Rolls-Royce („Merlin XX") posiada części aluminiowych ok. 45% wagowo, a 75—80% objętościowo. Chociaż w silnikach samochodowych nie stosuje się części aluminiowych w tak wysokim procencie podano powyższe liczby dla zwrócenia uwagi na możliwość zastosowania stopów luminiowych na główne części silnika. Części składowe silnika wykonane z aluminiowych stopów są przeważnie odlewami, chociaż spotykamy kute tłoki lub korbowody.

Zastosowanie lekkich stopów w budowie silników motocyklowych może prawdopodobnie dać większe korzyści niż w silnikach dla pojazdów cięższych. Części silnika, które wykonuje się z powodzeniem jako odlewy, są następujące: głowice cylindrów, tuleje cylindrowe, tłoki, gaźnik, skrzynka biegów, płytki sprzęgła, osłona magneta, korki wlewowe.

Znowu należy podkreślić znaczenie wyboru odpowiedniego stopu w zależności od warunków pracy przedmiotu. Kupując odlewy, kierujemy się niestety bardzo często raczej ceną niż własnościami stopu, co może doprowadzić do użycia całkiem nieodpowiedniego stopu dla danego celu. Ważne jest zwrócenie uwagi na konstruowanie części silnika w oparciu się o własności mechaniczne aluminium, a nie zastępowanie danej części z żeliwa czy innego stopu żelaza przez aluminium lub jego stop.

2) *Samochody i motocykle.* Chociaż istnieje ogólna zgoda, że charakterystyczne własności aluminium i jego stopów (niski ciężar, wysoka odporność na korozję itd.) czynią zeń pożądane tworzywo dla budowy samochodu, stosunkowo mała jego ilość jest dzisiaj używana do tego celu. Aluminiowe blachy znalazły szerokie zastosowanie jako pokrycie nadwozia o drewnianym szkielecie. Ponieważ jednak samochody o dużej karoserii karetowej buduje się w małej ilości, nie wywołało to większego zainteresowania poza tym, że tego rodzaju karoserie nie podlegają korozji. Powodem braku zainteresowania stopami aluminiowemi przez wytwórnie samochodowe są głównie czynniki ekonomiczne, jako że koszt blach aluminiowych jest wyższy niż stalowych, oraz częściowo trudności techniczne związane z łączeniem części nadwozia w jedną całość. Równie poważną przeszkodą techniczną jest brak możności wypełnienia nierówności powierzchni blach aluminiowych lub złącz na zakładkę, przy użyciu miękkich lutów jak to ma miejsce przy blachach stalowych.

Przyszła względna cena aluminiowych stopów i stali odpowiedniej jakości dla konstrukcji nadwozia nie da się przewidzieć dokładnie, zrobiono jednak duży postęp, jeżeli chodzi o rozwiązanie spotykanych problemów technicznych. Jest obecnie możliwe spawanie zespołów aluminiowych metodą stykową z wyiskrzeniem, a dalsze badania powinny umożliwić spawanie stykowe cienkich blach. Spawanie punktowe znalazło bardzo szerokie zastosowanie podczas wojny, a lutowanie twarde i łączenie przy pomocy mas plastycznych zwiększyło środki stojące do dyspozycji konstruktora. Znowu należy podkreślić, że możność zastosowania aluminiowych stopów należy rozpatrzyć w okresie projektowania konstrukcji, kiedy wszystkie ich zalety i wady mogą być uwzględnione od samego początku. Zmniejszenie ciężaru samochodu przez użycie stopów aluminiowych można według Tombes'a ocenić na poniżej 20%. Analiza wykonana przez Temple wykazała, że użycie aluminium dla małych i średnich samochodów wpływa korzystnie na zachowanie się ich na szosie.

Wydaje się, że pierwszym krokiem powinno być użycie aluminiowych stopów na drzwiczki samochodowe i na wieko bagażnika, gdzie niski ciężar jest zwłaszcza korzystny, dalej na maskę silnika, która jest często powodem kłopotów związanych z rdzewieniem, wreszcie na ramy przedniej szyby i okien. W miarę zdobycia doświadczenia i zaufania do stopów aluminiowych, cała konstrukcja nadwozia z karoserią, siedzeniami oraz rama podwozia z kołami może być z nich wykonana. Te ostatnie przedstawiają bardzo interesujące zagadnienie, ponieważ zmniejszenie ciężaru części nieresorowanych ma specjalną wartość.

Jest rzeczą ogólnie znaną, że z rozwojem konstrukcji motocykla wzrasta ciągle jego ciężar, co jest niepożądane, gdyż jest to jednym z czynników niepopularności motocykla wśród szerokiego ogółu. W związku z nowymi ulepszeniami oraz zwiększonym konfortem nowoczesnego motocykla, ciężar jego będzie ciągle wzrastał jeśli w jego budowie nie znajdą szerszego zastosowania lekkie metale. Zagraniczne doświadczenia wykazały możliwości użycia lekkich stopów do wytwarzania części silnika, zbiornika na benzynę i olej, obręczy kół, ramy siodła, nieresorowanych części widełek przednich, amortyzatora kierunkowego, błotników, pokryw, nakrętek kół i innych drobnych części łącznie z częściami instalacji świetlnej.

Pojazdy przemysłowe.

Specjalną pobudką w W. Brytanii do zmniejszenia ciężaru pojazdu przemysłowego są przepisy ograniczające szybkość pojazdów przemysłowych oraz opłaty podatkowe. Ogólnie biorąc, obniżenie ciężaru pojazdu leży w intresie zarówno konstruktora jak i użytkownika, a to ze względu na ciężar użyteczny. Stopy aluminiowe zostały w dużej mierze użyte do konstrukcji pojazdów przemysłowych w Europie, szczególnie we Francji, gdzie opodatkowanie wozu opierało się na ogólnym ciężarze załadowanego pojazdu (brutto). Dobrze znanym przykładem był wóz cysterna, w którym przez użycie lekkich stopów oszczęd-

ność na wadze wyniosła 50% w stosunku do konstrukcji stalowej, przez co zwiększyła się jego ładowność o 31%, podczas gdy inne pojazdy cysterny budowane we Francji wykazały oszczędność około 10%. Podobny postęp zaobserwowano w Niemczech i Szwajcarii.

Ciężary zasadniczych części składowych jednego z najwcześniej skonstruowanych samochodów ciężarowych z użyciem lekkich stopów w W. Brytanii, są zestawione poniżej:

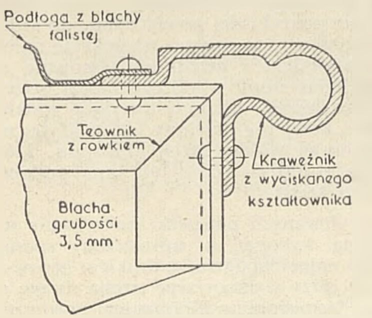
1)	Podwozie	1970 kg
2)	Nadwozie i rama nadwozia (malowane) wraz z okuciami	395 ,,
3)	Budka kierowcy wraz z osłoną i szybą przednią, siedzeniami i zamocowaniami	140 ,,
4)	Błotniki tylne	25 ,,

Całkowity ciężar pojazdu bez obciążenia: 2520 kg

Ciężary poszczególnych części przedstawiają się następująco:

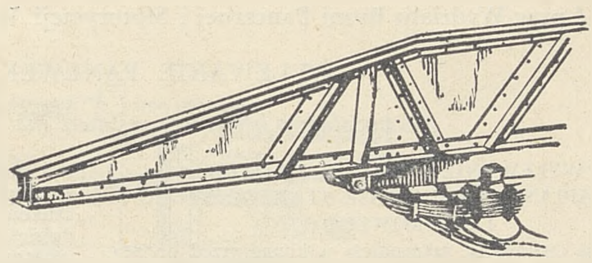
1)	rama nadwozia	79 kg
2)	4 boki skrzyni nadwozia	59 ,,
3)	stopnie	16 ,,
4)	podłoga	84 ,,
5)	4 klapy	51 ,,

Poprzecznice ramy nadwozia wykonane są z blachy o grubości 3.5 mm, wzmocnionej obrzeżem z teownika wyciskanego.



Rys. 15. *Podłużnica boczna jednego z pierwszych samochodów ciężarowych wykonanych z użyciem stopów aluminiowych, uwidaczniająca zalety kształtowników wyciskanych.*

Krawężnik boczny podłogi wykonany z wyciskanego kształtownika, służy także do zamocowania zawiasów. Niektóre części krawężnika zostały wycięte dla pomieszczenia gniazd na podpórki, zaś jego brzeg tworzy gładkie połączenie z podłogą wykonaną z blachy falistej o grubości 2 mm z aluminiowego stopu. Zastosowanie blachy z aluminiowego stopu jako podłogi daje znaczne obniżenie ciężaru w porównaniu z drewnianą. Szczególnie wyraźnie to występuje, jeżeli weźmiemy pod uwagę pochłanianie przez podłogę drewnianą wilgoci czy wody, która wynosiła w jednym wypadku według autorytatywnych źródeł 180 kg wody deszczowej.



Rys. 14. *Przedni koniec konstrukcji podwozia samochodu ciężarowego wykonanego z aluminium. Ścięty koniec podłużnicy ułatwia wbudowanie silnika.*

Ciekawym przykładem była seria 3 ciężarówek 2.5 tonowych dla transportu długich rur i kształtowników aluminiowych. Przy projektowaniu wykorzystano niski moduł sprężystości stopów aluminiowych, zakładając pewien stopień ugięcia całego pojazdu w czasie jazdy, np. po niektórych drogach, bez wywoływania nadmiernych naprężeń w tworzywie. Duże belki podłużne ramy podwozia były zbudowane z blachy o grubości 2 mm, ze stopu obrobionego cieplnie, wzmocnionej przynitowanym kątownikiem wyciskanym o wymiarach 51 mm×38 mm×7 mm. Poprzecznice ramy, wykonane z wyciskanego teownika, były zamocowane do górnego pasa podłużnic za pomocą płyt kątowych. Przednie końce podłużnic były ścięte z 350 mm do 100 mm dla ułatwiania wbudowania silnika, jak to pokazuje rys. 14. Budka kierowcy zbudowana była z teowników połączonych płytami węzłowymi i obudowana blachą ze stopu aluminiowego. Następujące dane odnoszą się do pojazdu zbudowanego w 1939 r.:

1)	podłużnice podwozia	242 kg
2)	nadwozie wraz z podłogą, ścianami bocznymi, płytą tylną itp.	266 ,,
3)	rama budki kierowcy i podłoga	79 ,,
4)	płaty drzwi, dachu i tylnej ściany	66 ,,
5)	całkowity ciężar użytych lekkich stopów	711 ,,
6)	ciężar niezaładowanego samochodu	2367 ,,

Dokładne dane szczegółowe dotyczące powyżej omówionych pojazdów można znaleść w licznych publikacjach należy tylko dodać, że wozy te przebyły ok. 120000 mil ku zupełnemu zadowoleniu właścicieli.

Pojazdy pasażerskie—autobusy.

Liczne fabryki autobusów używają lekkich stopów dla ich 56 siedzeniowych autobusów jak też dla pojedyńczych autobusów bez górnego pomostu.

Aluminium i jego stopy zostały użyte do konstrukcji dachowej, ścian bocznych: klatki schodowej górnego pomostu, na słupy i podpory, poręcze i ramy okienne. Jedna z firm zastosowała stopy aluminiowe do budowy pojedyńczych autobusów przeznaczonych dla pracy w ostrych warunkach tropikalnych, gdzie stopy aluminiowe okazały się szczególnie cenne ze względu na ich dużą odporność na korozję w porównaniu ze stalą i na brak odkształceń w nadwoziu.

WNIOSKI

Artykuł niniejszy ograniczył się do przedstawienia ogólnych, głównych danych dotyczących stopów aluminiowych, bardziej natomiast szczegółowe dane pozostawione są indywidualnemu zainteresowaniu konstruktorów.

Liczne zalety stopów aluminiowych a więc niski ciężar, wysoka przewodność cieplna, dobra odporność na korozję oraz łatwość ich przeróbki, przewyższają główną wadę jaką jest ich stosunkowo wysoki koszt.

Pomimo istnienia dużej ilości technicznych danych dla inżyniera konstruktora odnośnie stopów aluminiowych, zaprojektowanie nowej części o wysokiej wartości i jakości będzie tylko możliwe wtedy, gdy ilość danych charakterystycznych będzie jeszcze większa. Tego rodzaju badania jak, określenie naprężeń na podstawie odkształceń wzorcowych lub za pomocą specjalnych lakierów do pokrywania konstrukcji stalowych czy ze stopów aluminiowych, pełne badania na zmęczenie oraz znormalizowanie metod oznacza właściwości kucia i obrabialności mechanicznej stopów, są daleko dystansowymi projektami, które mogą być powzięte przez przemysł samochodowy wspólnie z przemysłem aluminiowym. Czekanie na wyniki tych prac nie powinno powstrzymywać konstruktorów od szerszego stosowania stopów aluminiowych.

Z prac Wydziału Broni Pancernej i Motoryzacji Wojskowego Instytutu Technicznego.

WYLEWANIE PANEWEK I ŁOŻYSK

Na podstawie literatury zestawił inż. J. Mihułowicz, W.I.T.

WYLEWANIE PANEWEK I ŁOŻYSK WYTAPIANIE I USUWANIE STAREGO STOPU ŁOŻYSKOWEGO

Pierwszą czynnością, jaką należy wykonać przed przystąpieniem do ponownego wylania panewki lub łożyska nowym stopem łożyskowym, jest usunięcie starego stopu. Zależnie od ilości naprawianych panewek, stosuje się różne metody usuwania starego stopu łożyskowego.

Przy większej ilości naprawianych napewek można stary stop łożyskowy usunąć przez zanurzenie panewki, czy też korbowodu w żelaznym tyglu z roztopionym stopem łożyskowym. Tygiel można podgrzewać palnikiem gazowym, lub lampą benzynową.

Przy naprawie pojedyńczych panewek i łożysk, panewkę można nagrzewać bezpośrednio płomieniem lampy benzynowej. Przy tej metodzie czas nagrzewania jest dłuższy, niż przy metodzie poprzednio opisanej.

Stopu łożyskowego, wytopionego z panewek, nie używa się ponownie do wylewania panewek samochodowych. Stop taki posiada szereg zanieczyszczeń i zmieniony skład chemiczny, co obniża wybitnie jego własności, jako stopu łożyskowego.

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI PANEWKI LUB ŁOŻYSKA POD STOP WIĄŻĄCY

Dla uzyskania dobrego połączenia właściwego stopu łożyskowego z podłożem, to znaczy z panewką, lub łożyskiem, nakłada się najpierw warstwę stopu wiążącego. Stop ten powinien łączyć się dobrze zarówno z podłożem, jak i ze stopem łożyskowym. Dobre połączenie stopu wiążącego na całej powierzchni z podłożem i ze stopem łożyskowym ma duży wpływ na czas życia panewki, czy łożyska.

Przygotowanie panewek stalowych do powleczenia stopem wiążącym polega na dokładnym ich oczyszczeniu. Oczyszczenie powinno się przeprowadzić w następujący sposób:

a) Gotować panewkę przez około 30 minut w roztworze sody żrącej i wyszorować ją dokładnie twardą szczotką. (Chronić ręce przed działaniem żrącego roztworu).

b) Wygotowaną i wyszorowaną panewkę należy dokładnie przepłukać w zimnej, bieżącej wodzie, celem usunięcia wszelkich śladów sody.

Przygotowanie panewek żeliwnych przeprowadzić w sposób następujący:

a) Trawić panewkę przez około 30 minut w roztworze kwasu siarkowego o składzie — 1 objętość stężonego, handlowego kwasu siarkowego na 6 objętości wody.

b) Zanurzyć wytrawioną panewkę na kilka minut w roztworze sody żrącej, celem zneutralizowania kwasu siarkowego.

c) Przepłukać dokładnie panewkę w bieżącej wodzie dla usunięcia wszelkich śladów sody żrącej.

POWLEKANIE PANEWKI STOPEM WIĄŻĄCYM

Panewki stalowe. Dla wszystkich stopów łożyskowych o podstawie cynowej, ołowiowej i dla stopów kadmowo-niklowych używa się jako stopu wiążącego, materiału używanego do lutowania, składającego się z 64% cyny i z 36% ołowiu. Materiał ten topi się przy temperaturze 168°C. Dla stopów łożyskowych srebro-kadmowych stosuje się jako stopy wiążące stopy kadmowo-cynkowe, lub kadmowo-cynkowo-niklowe. Zalecany stop kadmowo-cynkowy składa się z 82,6% kadmu i 17,4% cynku i topi się przy temperaturze 263°C.

Czynności przy powlekaniu powierzchni panewki stalowej stopem wiążącym należy wykonywać w następującej kolejności:

a) Odłuszczoną panewkę należy zanurzyć w roztworze oczyszczającym, zwanym topnikiem. Jako topnika używa się:

   1) Nasyconego roztworu chlorku cynku, z małym dodatkiem czystego salmiaku, lekko zakwaszonego kwasem solnym, lub

   2) Roztworu wodnego salmiaku.

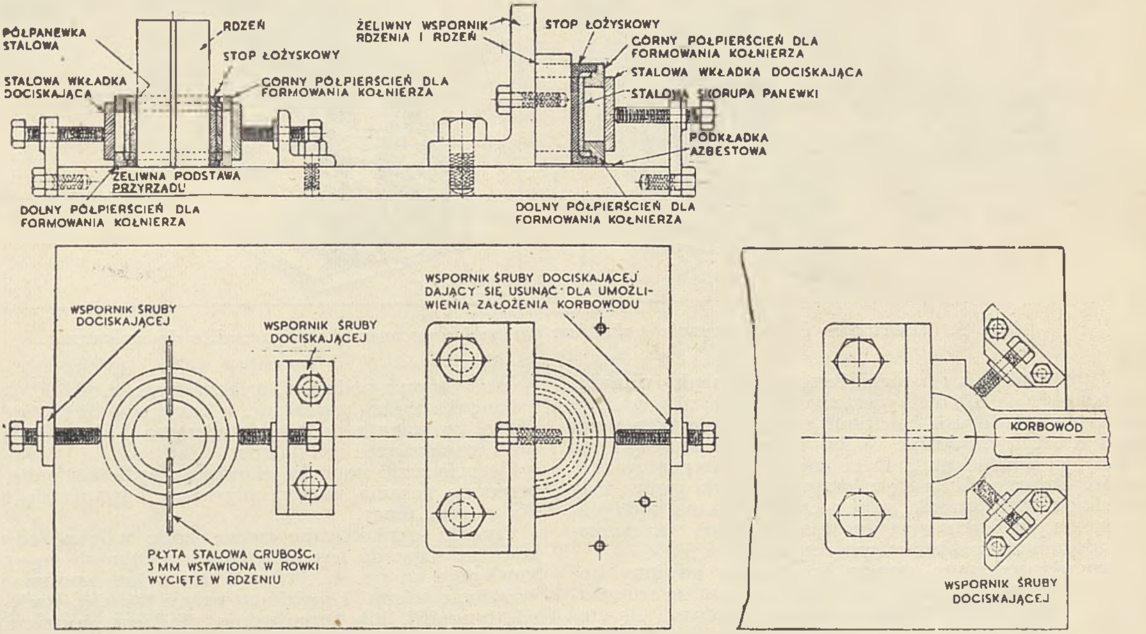
Oba topniki można stosować zarówno dla powlekania stopem wiążącym cynowym, jak i dla powlekania stopem wiążącym kadmowo-cynkowym.

b) Oczyszczoną i powleczoną topnikiem panewkę należy natychmiast pokryć stopem wiążącym.

Pokrycie cynowym stopem wiążącym uzyskuje się przez zanurzenie panewki, lub korbowodu w tyglu z roztopionym stopem. Stop ten powinien mieć temperaturę około 230°C. Przedmiot pokrywany musi być przed tym odpowiednio podgrzany. Praktycznie uzyskuje się to przez przetrzymanie części pokrywanej przez chwilę w roztopionym stopie. Jeżeli po wyjęciu przedmiotu z tygla okaże się, że stop wiążący nie pokrył całej powierzchni, do której ma przylegać stop łożyskowy, to miejsca niepokryte należy ponownie oczyścić topnikiem i przedmiot ponownie zanurzyć w tyglu. Nadmiar stopu wiążącego należy strzepnąć lub zgarnąć bawełnianą, niepozostawiającą włókien szmatą. Powierzchnie, które nie powinny być pokryte, należy przedtem pomalować wodną farbą grafitową, która może być mieszaniną grafitu i wody, lub inną podobną mieszaniną np. wody i kredy

Przy małej ilości wylewanych panewek, pokrywanie stopem wiążącym można wykonać w uproszczony sposób. Przedmiot pokrywany należy podgrzać palnikiem gazowym lub lampą benzynową, przy czym zwracać trzeba uwagę na to, aby nie nagrzewać bezpośrednio płomieniem powierzchni, która ma być pokryta stopem, bo zostanie ona utleniona i zanieczyszczona. Przedmiot pokrywany należy podgrzać równomiernie do temperautry około 280°C. Jako sprawdzian do przybliżonego określenia temperatury może służyć pasek białego papieru np. listowego, położony na powierzchni części nagrzewanej. Papier ten powinien zbrązowieć, lecz nie czernieć, a już w żadnym wypadku nie powinien zacząć się jarzyć. Zbyt wysoka temperatura przedmiotu sprzyja utlenianiu się nakładanego stopu wiążącego, zbyt niska utrudnia dobre rozprowadzenie stopu po powierzchni i związanie go z podłożem. Stop wiążący nakłada się przez stapianie pałeczki stopu dotykając nią podgrzanej powierzchni panewki. Należy podkreślić jeszcze raz, że jeśli pozostaną miejsca niepokryte stopem wiążącym to w miejscach tych nie będzie dobrego związania stopu łożyskowego z podłożem, co wpłynie ujemnie na trwałość panewki.

Panewki żeliwne. Żeliwo, posiadające pewną ilość grafitu, jest materiałem trudnym do pokrywania stopem wiążącym. Sposób postępowania jest taki sam, jak przy pokrywaniu panewek stalowych. Pokrywanie stopem wią-



Rys. 1. *Przyrząd do wylewania grubościennych panewek.*

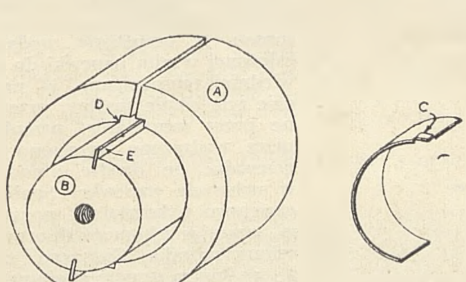
żącym powinno odbywać się możliwie szybko, bo w przeciwnym razie stop nie pokrywa równomiernie całej powierzchni i zaczyna się „mazać".

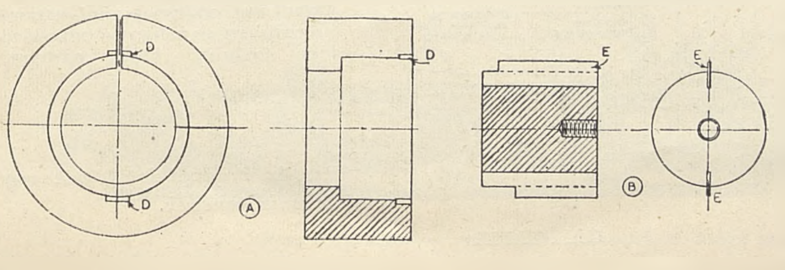
Powlekanie panewek stopem wiążącym kadmowo-cynkowym odbywa się w podobny sposób i przy zastosowaniu tych samych topników, jakie stosuje się przy pokrywaniu stopem wiążącym cynowo-ołowiowym.

WYLEWANIE PANEWEK STOPEM ŁOŻYSKOWYM PRZYRZĄDY UŻYWANE DO WYLEWANIA PANEWEK STOPEM ŁOŻYSKOWYM

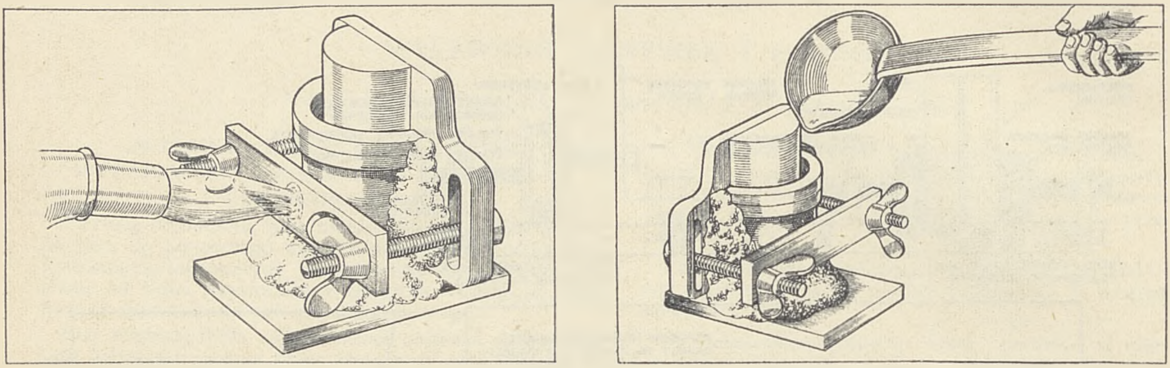
Najprostszy i najczęściej spotykany przyrząd, używany do wylewania panewek i korbowodów pokazany jest na rys. 1. Przyrząd ten nadaje się specjalnie do wylewania sztywnych, grubościennych panewek.

Do wylewania panewek cienkościennych używa się przyrządu przedstawionego na rys. 2. Panewka z prawej strony u góry rys. 2 posiada występ C, który zapobiega obracaniu się panewki w korbowodzie lub osłonie łożyska. Część zewnętrzna A przyrządu posiada wycięcia D, w które wchodzą występy C panewki i jest ona przecięta wzdłuż, co zezwala na zaciśnięcie wylewanych panewek w przyrządzie. Półpanewki w czasie wylewania oddzielone są od siebie płytkami E, które osadzone są w rdzeniu B. Jedna z płytek jest nieco dłuższa i służy do ustalenia położenia rdzenia względem zewnętrznej części A przyrządu.





Rys. 2.
Przyrząd do wylewania cienkościennych panewek silnika samochodowego.



Rys. 3. *Wylewanie i podgrzewanie palnikiem panewki umocowanej w przyrządzie do wylewania.*

W przyrządach z rdzeniem, szczelina pomiędzy wstawioną panewką, a rdzeniem powinna być taka, aby w czasie wlewania umożliwiała mieszanie stopu łożyskowego stalowym drutem. Mieszanie to jest ważną czynnością i nie należy jej zaniedbywać. Przez mieszanie krzepnącego stopu łożyskowego usuwa się z formy pęcherzyki gazów, oraz wszelkie zanieczyszczenia, gdyż w czasie mieszania wypływają one na powierzchnię płynnego stopu. Poza tym mieszanie ujednostajnia skład krzepnącego stopu.

Panewki wylewane stopem łożyskowym powinny być podgrzane bezpośrednio przed wlaniem stopu do temperatury, przy której podkład wiążący zaczyna się topić. Na rys. 3 pokazano sposób podgrzewania panewki umocowanej w przyrządzie do wylewania. Powierzchni pokrytej stopem wiążącym nie należy podgrzewać bezpośrednio, aby uniknąć szkodliwego utlenienia.

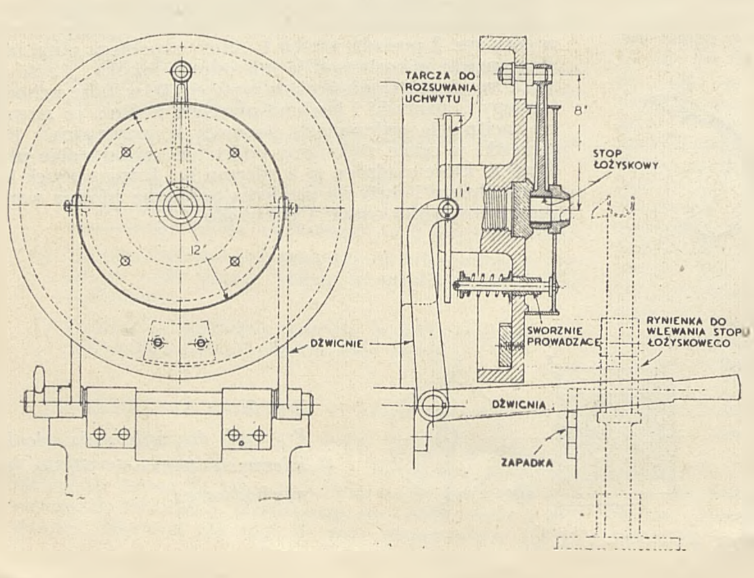
Stop łożyskowy należy wlewać strumieniem możliwie szerokim i ciągłym. Dla dokładnego odlania górnego kołnierza panewki często zachodzi potrzeba dodatkowego podgrzania górnej części przyrządu i panewki przy pomocy palnika gazowego i wypełnienia stopem łożyskowym wklęśnięcia powstającego w czasie stygnięcia stopu. Stosowane czasem uderzanie młotkiem w warstwę stopu łożyskowego nie przyczynia się zupełnie do mocniejszego połączenia warstwy stopu z podłożem, a raczej może je osłabić.

Panewka wylana poprawnie, w której stop łożyskowy jest dobrze związany z podłożem, uderzona lekko młotkiem, powinna dźwięczeć metalicznie.

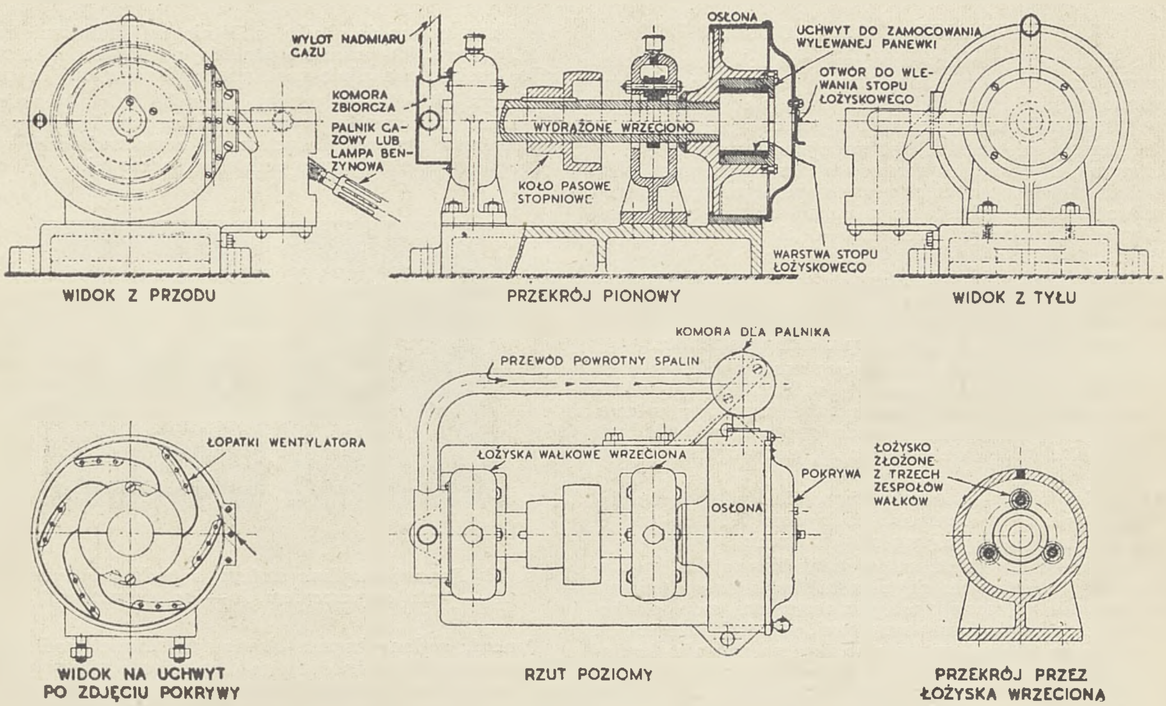
Złe połączenie stopu łożyskowego z podłożem może być przyczyną pękania warstwy przylanej i grzania się łożyska w czasie pracy.

Panewki cienkościenne można także wylewać odśrodkowo używając do tego przyrządów podobnych do przedstawionego na rys. 4. Przyrząd ten można umocować na wrzecionie tokarki i pędzić go wraz z tokarką, względnie od transmisji, lub bezpośrednio silnikiem elektrycznym. Ilość obrotów na minutę przyrządu powinna być taka, aby odpowiednio wielka siła odśrodkowa dociskała wlewany metal do powierzchni panewki. Ilość obrotów wynosi zwykle około 800 obr/min. Przyrząd tego rodzaju nadaje się specjalnie do wylewania panewek stopami łożyskowymi o podstawie cynowej i ołowiowej. Panewkę względnie korbowód należy wstawić do przyrządu bezpośrednio po cynowaniu, kiedy są one jeszcze gorące.

Przy wylewaniu stopami kadmowo-niklowymi jest rzeczą ważną, aby panewka, czy korbowód podgrzewane były do temperatury, przy której stop wiążący zaczyna się topić, gdyż wtedy dopiero można uzyskać dobre połączenie stopu kadmowo-niklowego z podłożeniem. Spełnienie tego warunku daje przyrząd przedstawiony na rys. 5, który skonstruowany jest w ten sposób, że umożliwia podgrzanie założonej w nim panewki do odpowiedniej temperatury. W przyrządzie tym ciepłe spaliny, przetłaczane przez wentylator, przepływają przez wydrążone wrzeciono, podgrzewając po drodze umocowaną w uchwycie panewkę. Spaliny są częściowo wykorzystane poraz drugi, wracając z komory zbiorowej do osłony palnika. Zaznaczyć trzeba, że spaliny są prawie obojętne i nie powodują utleniania powierzchni ogrzewanych. Panewkę wraz z wkładkami oddzielającymi wstawia się najpierw w uchwyt o odpowiedniej średnicy, który następnie



Rys. 4. *Przyrząd do odśrodkowego wylewania panewek.*



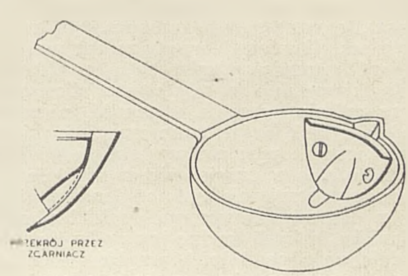
Rys. 5. *Przyrząd do odśrodkowego wylewania panewek z urządzeniem do podgrzewania.*

umocowuje się we właściwym przyrządzie. Wrzeciono przyrządu podparte jest na dwu łożyskach składających się z trzech rolek (patrz rys. 5) i napędzane jest pasem od transmisji. Po nagrzaniu panewki wlewa się roztopiony stop łożyskowy przez otwór i odstawia się palnik, aby stop łożyskowy mógł skrzepnąć i przyrząd ostygnąć.

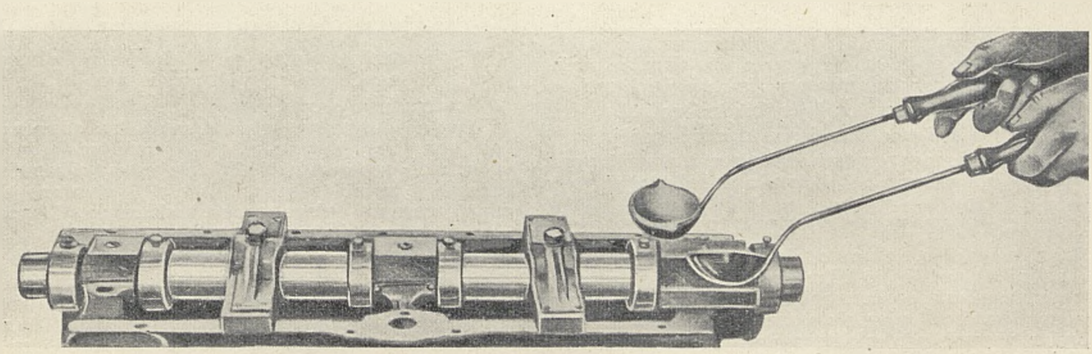
Przy wylewaniu łożysk w bloku silnika stosuje się przyrząd pokazany na rys. 6. Składa się on z rdzenia z kołnierzami i łap utrzymujących rdzeń w odpowiednim położeniu na bloku silnika. Stop łożyskowy należy wlewać jednocześnie z dwu stron przy użyciu chochli w sposób pokazany na rys. 6. Zaleca się również przesunięcie chochli aby strumienie wlewanego metalu nie uderzały o siebie.

W praktyce bardzo wygodną w użyciu jest chochla pokazana na rys. 7. Posiada ona wstawioną przegrodę (zgarniacz), która w czasie wlewania roztopionego metalu zatrzymuje wszelkie zanieczyszczenia gromadzące się na powierzchni i pozwala na wlewanie do formy metalu z jej dna.

Można też przy użyciu takiej chochli chronić powierzchnię roztopionego metalu przed utlenieniem przez posypanie jego powierzchni sproszkowanym węglem drzewnym, gdyż nie zachodzi obawa, że przy wlewaniu metalu węgiel przedstanie się do formy.



Rys. 7. *Chochla ze zgarniaczem.*



Rys. 6. *Poprawne wylewanie panewek w bloku silnika.*

PRZYGOTOWANIE STOPU ŁOŻYSKOWEGO

Stop łożyskowy należy topić w tyglu żelaznym ogrzewanym palnikiem gazowym lub lampą benzynową. Nie powinno topić się stopów łożyskowych w piecach tyglowych, w których temperatury są zbyt wysokie.

Przegrzewanie metalu wpływa ujemnie na jakość i zachowanie się stopu łożyskowego w czasie jego pracy w łożysku. Należy więc temperaturę stopionego metalu utrzymywać możliwie nisko. Do mierzenia temperatury można używać termometru rtęciowego o skali nieco powyżej 300°C.

Ciągłe mierzenie temperatury stopu w naprawczych warsztatach samochodowych nie jest konieczne. Przy doborze stopu łożyskowego należy kierować się instrukcją fabryczną, która zaleca odpowiedni stop dla danego silnika.

Jeżeli stop łożyskowy pozostaje w stanie stopionym w tyglu przez dłuższy czas to należy powierzchnię jego pokryć sproszkowanym węglem drzewnym, co zapobiega utlenianiu się stopu. Normalnie należy przygotować tylko tyle stopu łożyskowego ile zamierza się natychmiast zużytkować.

Stop łożyskowy dostarczany jest w bloczkach. Jego skład chemiczny nie jest identyczny ze składem jaki stop ten posiada w stanie skrzepniętym na powierzchni łożyska.

Zmiana składu chemicznego spowodowana jest wypalaniem się (utlenianiem się) składników w czasie topienia i wylewania. Pozostały w tyglu roztopiony stop łożyskowy należy wlać do formy metalowej, w której skrzepnie on dość szybko. Jako formy można użyć np. kawałka kątownika. Jeżeli stop łożyskowy nie był poprzednio zbytnio przegrzany można go ponownie zużytkować. Jako zasadę należy przyjąć, że na jedną część ponownie topionego stopu łożyskowego należy dodać dwie części (wagowo) stopu nowego. Pamiętać również trzeba, aby nie mieszać ze sobą rozmaitych gatunków i marek stopów łożyskowych.

PANEWKI WYLANE BRĄZEM

Wylewanie panewek brązem ołowiowym jest znacznie trudniejsze od wylewania stopami łożyskowymi o podstawie cynowej, ołowiowej lub kamowej. W naprawczych warsztatach samochodowych należy zawsze uszkodzone panewki wylane brązem wymieniać na nowe wykonane przez fabrykę macierzystą lub fabrykę wyspecjalizowaną w produkcji tego rodzaju panewek. Panewki, nieodpowiednio wylane, źle sprawują się w czasie pracy, bo z jednej strony cienka warstwa brązu nie przylega do podłoża na całej powierzchnia, a z drugiej nieodpowiednio chłodzony brąz ołowiowy otrzymuje niepożądaną grubo-ziarnistą strukturę z dużymi miejscowymi wydzieleniami ołowiu. Oba te zjawiska, których trudno jest uniknąć w warsztacie, nie posiadającym odpowiednich urządzeń i doświadczenia, powodują, że panewka taka wymaga wymiany po krótkim okresie pracy i w pewnych wypadkach może być przyczyną poważniejszego uszkodzenia silnika.

SPOTYKANE USZKODZENIA PANEWEK

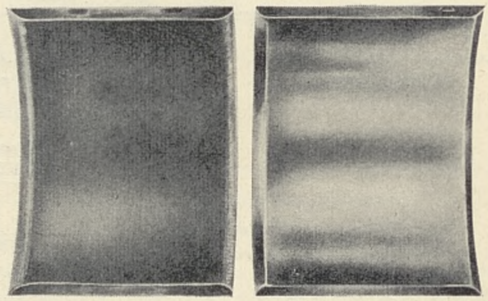
Na podstawie wyglądu zewnętrznego powierzchni nośnej panewki można panewki wyjęte z silnika podzieli na:

1) Panewki o zaciemnionej powierzchni nośnej.
2) Panewki o skorodowanej powierzchni nośnej.
3) Panewki o powierzchni uszkodzonej przez wytopienie, lub oderwanie się kawałka metalu łożyskowego.

PANEWKI O ZABARWIONEJ POWIERZCHNI NOŚNEJ

Często zdarza się, że powierzchnia nośna panewki wyjętej z silnika zaledwie po kilku godzinach pracy, wykazuje silne zaciemnienie powierzchni. Zabarwienie takie spowodowane jest osadzaniem się utlenionych cząsteczek oleju i drobnych zanieczyszczeń, dostających się do łożyska wraz z olejem. Zabarwienie to daje się łatwo usunąć przy pomocy np. 5-cio procentowego roztworu wywabiacza atramentu. Panewka taka po oczyszczeniu może być ponownie zamontowana do silnika, o ile nie jest nadmiernie zużyta. Na rys. 8A pokazano panewkę po wyjęciu jej z silnika, posiada ona silnie zaciemnioną powierzchnię nośną.

Na rys. 8B pokazano tę samą panewkę po oczyszczeniu. Wspomniana panewka wylana była stopem łożyskowym o podstawie cynowej. Zupełnie tak samo zachowują się panewki wylane stopami o podstawie kadmowej.



A B

Rys. 8. *Panewka wylana stopem o podstawie cynowej. A — przed oczyszczeniem, B — po oczyszczeniu.*

Panewki wylane brązem ołowiowym również podlegają zabarwieniu. Rozróżnić można dwa rodzaje zabarwienia:

Pierwszy — powierzchnia jest błyszcząca, zatłuszczona, koloru pomarańczowego, przechodzącego stopniowo w brązowy, a następnie w czarny. Zabarwienie pomarańczowe, przechodzące w brązowe jest raczej zabarwieniem naturalnym i nawet można uważać, że ma wpływ dodatni na pracę łożyska. W panewkach wylanych brązem ołowiowym, nawet zupełnie czarne powierzchnie nie spowodują niedomagań łożysk. Zabarwienie tego typu daje się też łatwo usunąć przy pomocy roztworu wywabiacza atramentu.

Drugi — powierzchnia jest pokryta osadem miękkim, matowo-czarnym, o charakterze wysuszonego szlamu. Osad ten jest rozłożony bardzo nierównomiernie na powierzchni nośnej łożyska, reszta powierzchni ma naturalną barwę brązu. Zasadniczo osad ten jest w łożyskach wylanych bronzem ołowiowym nie jest szkodliwy i też daje się usunąć przy pomocy roztworu wywabiacza atramentu.

Panewki, których zabarwienie można usunąć w sposób podany powyżej, po oczyszczeniu mechanicznym przy pomocy skrobaka z części stałych, słabo przylegających do powierzchni nośnej panewki, mogą z powodzeniem być użyte ponownie w silniku, jeśli wytarcie ich nie jest zbyt duże.

PANEWKI O POWIERZCHNI SKORODOWANEJ

Powierzchnie skorodowane wyglądają na pierwszy rzut oka podobnie do omawianych poprzednio.

Powierzchnie skorodowane panewek wylanych stopami o podstawie cynowej, lub kadmowej, posiadają zabarwienie szare i są chropowate. Stosowanie poprzednio podanego roztworu oczyszczającego nie usuwa zabarwienia powierzchni nośnej łożyska. Na rys. 9 pokazano skorodowaną panewkę wylaną stopem kadmowym. Panewkę skorodowaną należy wymienić na nową.

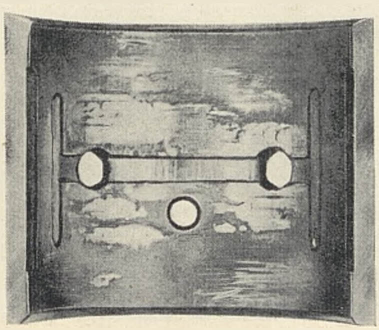
Panewki wylane brązem ołowiowym również ulegają korozji. Często spotyka się twardy matowo-czarny osad (siarczki miedzi i ołowiu), który może pokrywać część, lub nawet całą powierzchnię nośną panewki. Zaczernione powierzchnie posiadają drobne wgłębienia. W tych miejscach ołów został zaatakowany przez znajdujące się w oleju silnikowym kwasy, a następnie wymyty przez olej, przepływający przez łożysko. Pozostała siatka miedziana zała-

SKŁAD CHEMICZNY NIEKTÓRYCH STOPÓW ŁOŻYSKOWYCH, STOSOWANYCH W PRZEMYŚLE SAMOCHODOWYM

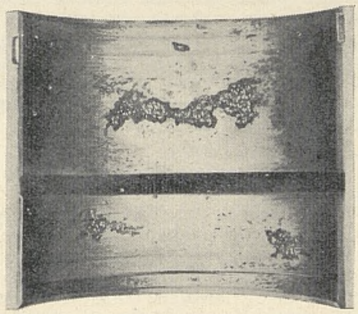
Nazwa lub oznaczenie stopu łożyskowego	Sn Cyna %	Sb Antymon %	Pb Ołów %	Cu Miedź %	Cd Kadm %	Ag Srebro %
Nr. 10 S A E. . .	90	4 - 5	0.35 max.	4 - 5	—	—
Genuine	89	7.5	—	3.5	—	—
Nr. 11 S A E. . .	86 min.	6 - 7.5	0,35 max.	5 - 6.5	—	—
Nr. 12 S A E. . .	59,5 min.	9.5 - 11.5	26	2.25 - 3.75	—	—
Bermax	5 - 7	9 - 11	Reszta	0.25	—	—
Nr. 14 S A E. . .	9.25 - 10.75	14 - 16	76	0.5	—	—
Nr. 13 S A E. . .	4,5 - 5.5	9.25 - 10,75	86	0,5 max.	—	—
Stop kadmowo srebrny	—	—	—	0.5	98.75	0.75

mała się, tworząc większe wgłębienie, wyraźnie widoczne na rys. 10. W niektórych wypadkach korozji ulega również i miedź.

Tworzenie się rozmaitych kwasów w oleju silnikowym występuje specjalnie silnie, jeśli temperatura oleju w zbiorniku wzrasta ponad 130°C i utrzymuje się na tym poziomie przez dłuższy czas. Kwasy te atakują przede wszystkim wzrasta bardzo znacznie. Gdy temperatura na powierzchni nośnej łożyska podniesie się do 330°C, lub wyżej, wtedy występuje t.zw. pocenie się ołowiu. Objawia się to na wyjętej z silnika panewce w postaci niezabarwionych wgłębień i drobnych smug, powstałych przez pociąganie cząsteczek roztopionego ołowiu przez obracający się czop wału korbowego.



Rys. 9. *Skorodowana panewka wylana stopem kadmowym.*



Rys. 10. *Łożysko z brązu ołowiowego, uszkodzone przez korozję.*

ołów. Oleje, zawierające kwasy tłuszczowe działają również ujemnie na łożyska wylane brązem ołowiowym.

Inny rodzaj kwasów powstaje, gdy olej w silniku posiada przez dłuższy okres czasu pracy silnika zbyt niską temperaturę i jest pod działaniem gazów, przenikających z komory spalania do komory, w której znajduje się wał korbowy i łożyska. Kwasy te atakują przede wszystkim miedź.

Przy zbyt małym luzie w łożysku, temperatura łożyska

LITERATURA

1. *White metalling by H. Warburton—Emmot & Co. Ltd., Manchester.*
2. *Motor repair and overhauling—G. Newnes Ltd., London, W.C.2.*
3. *Oil Engine Bearings—„Automobile Engineer", London, December, 1942.*

URZĄDZENIA ELEKTRONOWE W PRZEMYŚLE

(W. Wilson, D.Sc., B.Eng. M.I.E.E. „Journal of Production Engineers", Vol. XXV, No. 4, April, 1946).

Streścił inż. W. Olszewski, W.I.T.

Napewno sporo techników w swym zawodzie zetknęło się nowoczesnymi urządzeniami elektronowymi; olbrzymia większość natomiast słusznie przewiduje, że zapotrzebowanie na podobne urządzenia znacznie wzrośnie w przyszłości. W chwili obecnej dąży się do spopularyzowania i wykorzystania osiągnięć z czasów wojny w tej dziedzinie dla użytku ogólnego.

Aparaty lub urządzenia elektronowe uważa się często niesłusznie za nowość i najpóźniejszą zdobycz przemysłu elektrycznego. Ta gałęź wiedzy jest już dość dawno znaną i stosowaną w elektrotechnice. Warto poświęcić jej nieco uwagi dla zapoznania się co zrobiono w tym kierunku do dnia dzisiejszego. Gdy zreasumujemy co elektrotechnika już dała w przeszłości i zdamy sobie sprawę z jej dalszych możliwości dojdziemy do przekonania, że dużo zostało osiągnięte; ale dalszy rozwój elektrotechniki w przemyśle jest ciągle sprawą aktualną.

POCZĄTKI ROZWOJU

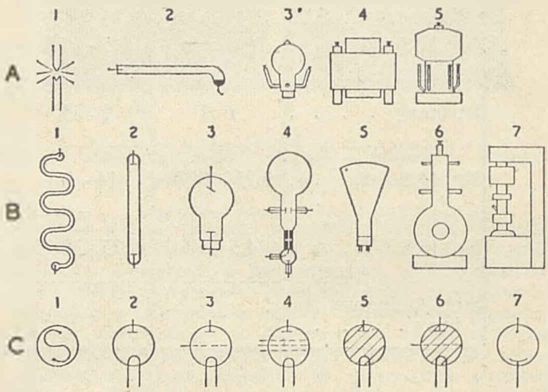
Energia elektryczna produkowana była pierwotnie głównie dla wytwarzania światła (pomijając jej wykorzystanie w drobniejszych urządzeniach). Już niemal 100 lat temu istniały i mają dotychczas zastosowanie trzy kategorie lamp elektrycznych nazwane w kolejności pojawiania się: lampami łukowymi, jarzącymi się rurami i żarówkami. Trzy linie rozwojowe biorące początek z tych trzech podstawowych wynalazków przedstawia rys. 1.

A. ŁUK ELEKTRYCZNY

Łuk elektryczny (1) powstaje gdy dwa przewodniki, pod napięciem około 40 woltów lub wyżej zetknie się chwilowo ze sobą, poczym się je rozsunie z utrzymaniem niewielkiego odstępu. Zmniejszenie spalania elektrod uzyskano przez szczelne osłonięcie łuku oraz utrzymywanie próżni w osłonie. W ten sposób powstała rtęciowa lampa łukowa (2). Wkrótce potem wykryto, że lampa ta posiada własności prostownicze i po przeróbce konstrukcji zaczęto używać ją jako prostownik (3). Następnie pojawia się prostownik ze stalową obudową i urządzeniem do ciągłego odpompowywania. Dalszym krokiem jest prostownik (5) z obudową stalową bez użycia pompy.

B. JARZĄCE SIĘ RURY

Wkrótce po zbudowaniu tarciowych maszyn elektrycznych wykryto, że prąd elektryczny zdolny jest do wyładowań świetlnych w rurach z małym ciśnieniem (1). Wprawdzie małe rurki Geisslera nie dawały zbyt dużo światła, lecz przyczyniły się do stwierdzenia możliwości zmiany koloru i natężenia światła po zmianie zawartego wewnątrz gazu oraz pokryciu wewnętrznej powierzchni rurki ciałami fluoryzującymi. Rura Moore'a (2) wypełniona azotem, znalazła zastosowanie przez krótki okres do celów oświetlenia (1908 r.), zasadę jej natomiast wykorzystano z pełnym sukcesem 25 lat później w postaci rur fluoryzujących. Badania Crookes'a nad rodzajem wyładowań elektrycznych doprowadziły do skonstruowania lampy nazwanej jego imieniem (3), służącej do wytwarzania promieni katodowych i ubocznie promieni X. Dalsze dociekania przez J. J. Thomsona w 1897 roku dały podstawę budowy oscylografu katodowego (4), w którym wiązka promieni została rozpoznana jako strumień elektronów. Przemysłowy kształt (5) stosowany obecnie nie wiele różni się, za wyjątkiem szczegółów, od tego prototypu. Duży model metalowy podobnego urządzenia z ciągłym odpompowywaniem (6) oparty jest również na tej samej zasadzie posiadając pozatym kilka dodatkowych szczegółów. Mikroskop elektronowy (7) jest właściwie lampą oscylograficzną z trzema „soczewkami" elektronowymi w miejsce jednej lub dwu w zwykłych rurach katodowych.



Rys. 1. *Rozwój elektroniki.*

C. ŻARÓWKI

Żarówka elektryczna (1) rozpoczęła swe istnienie jako typ z włóknem węglowym wykonanym przez Swan'a w 1879 roku. Wkrótce zaobserwowano, że cząsteczki węglowe zostają odrywane z włókna i osiadają na zewnętrznej osłonie żarówki zdala od ujemnego końca; poza tym stwierdzono, że część włókna ze strony dodatniego końca rzuca cień na osłonę w formie wąskiego pasemka wolnego od węgla. Fleming rozeznał te wyładowania (w roku 1904) jako strumień elektronów wychodzący z więcej ujemnego końca włókna i wykorzystał to zjawisko w swej lampie katodowej (2). Trzecią elektrodę lub siatkę wprowadził de Forrest (3).

Więcej elektrod dodawano później i tak powstała na przykład pentoda (4). Przez wprowadzenie do próżni śladów gazu lub oparów rtęci zbudowano z kolei diodę, lampę prostowniczą napełnioną gazem (5) oraz tyratron czyli triodę napełnioną gazem (6). Lampy te oprócz większej wydajności posiadają zdolność przewodzenia większych natężeń prądów w stosunku do lamp typów próżniowych.

Dioda z katodą światłoczułą (7), która zmienia swój opór elektryczny proporcjonalnie do natężenia światła — stanowiąc tym samym komórkę foto-elektryczną, jest dalszym członem rozwojowym z tej samej grupy.

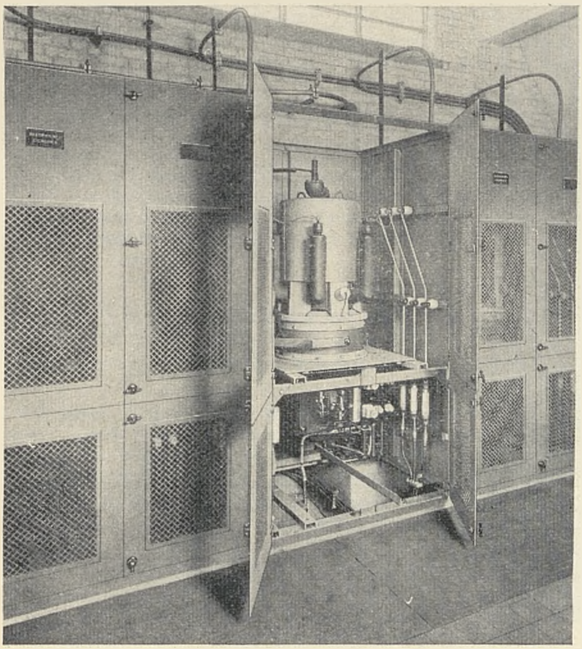
STWIERDZENIE PORAZ PIERWSZY ISTOTY ELEKTRONOWEJ

Śledząc bacznie drogę rozwojową powyższych wynalazków można stwierdzić, że we wszystkich grupach i w każdym oddzielnym przypadku zasadniczym elementem jest prąd elektronowy.

W pierwszej grupie łuk elektryczny powstaje na skutek przepływu strumienia elektronów. Przykładem ruchu elektronów w próżni jest niewątpliwie łuk w lampie rtęciowej. Rurka Geisslera jest bezsprzecznie przyrządem elektronowym. Zaobserwowany przepływ elektronów w pierwszych typach żarówek doprowadził bezpośrednio do budowy lamp katodowych.

Wnikliwe porównanie poszczególnych typów prowadzi do wniosku, że A_3 z pierwszej serii służy do podobnych celów co C_5. Różnica między nimi polega głównie na sposobie zapoczątkowania wyładowań oraz na mocy; mianowicie w A_3 zapłon następuje przez mechaniczne przesunięcie elektrody lub „zapalacza", zaś w C_5 przy pomocy żarzonej katody. Przez dłuższy okres nie zdawano sobie sprawy, że prostownik rtęciowy jest odmianą lampy katodowej, skąd można było wyciągać doniosłe wnioski. Tego rodzaju przeoczenia są w nauce niestety raczej regułą niż wyjątkiem. Gdyby ktoś od samego początku wpadł na podobieństwo zjawisk elektronowych w tych trzech grupach rozwojowych z pewnością przyśpieszyłoby to znacznie obecny stan w tej dziedzinie.

Za wyjątkiem nowego B_7 trzy linie rozwojowe przedstawione na rysunku 1-ym ilustrują stan z przed 10-ciu lat. Mniej więcej w tym czasie doszło się do przekonania, że wszystkie typy należą do wspólnej rodziny i od tego momentu nastąpił wybitny wzrost w zastosowaniu aparatów o cechach jednej grupy z rozwiązaniami, które okazały się korzystne w innej.



Rys. 2. *Prostownik bez odpompowywania.*

NOWOCZESNY POSTĘP

O postępie aparatów elektronowych w ostatnich dziesięciu latach mogą świadczyć następujące przykłady:

a) Prostownik rtęciowy z siatką sterującą;
b) Zmieniacz rodzaju prądu;
c) Zapalacz;
d) Magiczne oko.

a) PROSTOWNIK RTĘCIOWY Z SIATKĄ STERUJĄCĄ.

Pierwszy przykład dotyczy prostownika do większych mocy oraz korzyści osiągniętych przy zastosowaniu w nim siatki sterowniczej podobnej do stosowanej w lampie katodowej. Zmiana ta pozwala na osiągnięcie w typach A_3, A_4 i A_5 z rys. 1 podobnych zalet jakie uzyskano przy przejściu z C_5 na C_6. Urządzenia które wyłącznie służyły do zamiany prądu zmiennego na stały mogą dzięki siatce sterowniczej służyć jako natychmiastowe automatyczne wyłączniki do kontroli wartości skutecznej prądu w dowolnym schemacie.

Na rys. 2 pokazano podobny prostownik z komorą stalową. Siatki sterujące w tym aparacie dodano przez wprowadzenie izolowanych tulejek też przy końcach ramion anodowych.

Wydaje się celowym omówić pokrótce na tym miejscu działania siatki sterującej w urządzeniach elektronowych w wypadkach prądu stałego i zmiennego. W lampach o dużej próżni, jak trioda C_3, przeznaczonej pierwotnie dla prądu stałego, napięcie siatki steruje stałe przepływ prądu anodowego. Ten ostatni wzbudza się, zmienia i zanika zgodnie ze zmianami na siatce. Innymi słowy siatka moduluje prąd anodowy. Natomiast w triodzie ze śladami gazu (C_6), siatka jest w stanie wzbudzić prąd, lecz później nie może go zmienić lub przerwać, — staje się poprostu urządzeniem „spustowym". Trioda gazowana użyta w prądzie stałym może wytwarzać prąd o prostokątnym przebiegu utrzymującym się na pełnej wartości amplitudy do chwili przerwania go za pomocą zewnętrznych urządzeń. W prądzie zmiennym siatka wzbudza prąd w dowolnym punkcie cyklu i pozwala na jego dalszy przebieg według kształtu fali aż do następnego punktu zerowego; następnie przebieg ustaje do chwili ponownego wzbudzenia go w następnym cyklu. Przy użyciu dodatkowej lampy lub innego narzędzia dającego impuls spustowy w określonym punkcie każdej połówki fali, można regulować czas trwania pulsowania prądu, a zatem jego wartość skuteczną.

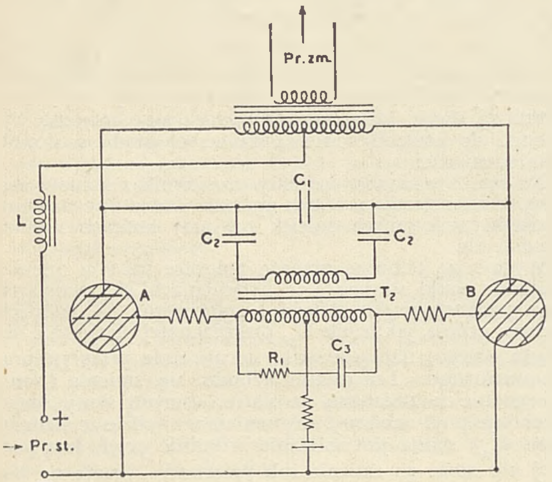
Takie właśnie wyniki osiągnięto w rtęciowym prostowniku lampowym przez dodanie siatki sterującej. Reasumując należy stwierdzić, że: a) napełnienie gazem (lub częściej śladami takowego) pozwoliło w C_6 jak również C_5, na znaczne zredukowanie spadku napięcia, a więc przez to zmniejszenie strat, zwiększenie wydajności i zdolności do przewodzenia większego prądu; b) podobnie A_3, A_4 i A_5 posiadają również te same własności, a poza tym w porównaniu z C_5 i prostownikiem ze sterowaną siatką C_6 posiadają one w swym zbiorniku rtęci dużą zaletę niezniszczalnej katody, co jest zwykle decydującym czynnikiem w urządzeniach o dużej mocy.

Zdaniem autora najistotniejszą cechą przy porównaniu urządzeń grupy A i C jest fakt, że cenne właściwości lamp katodowych nie są wyłącznie wykorzystywane w układach przenoszonych tylko kilka mikro amperów lub mili amperów, lecz mogą być stosowane również w technice przenoszenia prądów silnych.

b) ZMIENIACZ RODZAJU PRĄDU.

Zastosowanie siatki i użycie odpowiedniego transformatora pozwala na odwrócone działanie lamp A_3, A_4, A_5 względnie C_5; mianowicie można zamienić prąd stały na prąd zmienny o częstotliwości sterującej doprowadzanej do siatki. Istnieje szereg układów do tego celu, w których używa się bądź dwie triody napełnione gazem przewodzące kolejno, względnie pojedyńczą triodę. Jako przykład służy obwód pokazany na rys. 3. W urządzeniach samodzielnych częstotliwość sterującą można uzyskać ze strojonego obwodu (R_1 C_3) w łącznym działaniu ze sprężeniem zwrotnym z kondensatora wyjściowego (C_1). To ostatnie odpada w przypadku urządzeń włączonych do istniejących zmiennych sieci zasilających.

Zmieniacze lampowe można budować używając triod napełnionych gazem lub też prostowników ze siatką sterującą. Na wyjściu można uzyskiwać dla mocy i częstotliwości różne wartości z regulacją w szerokich granicach.

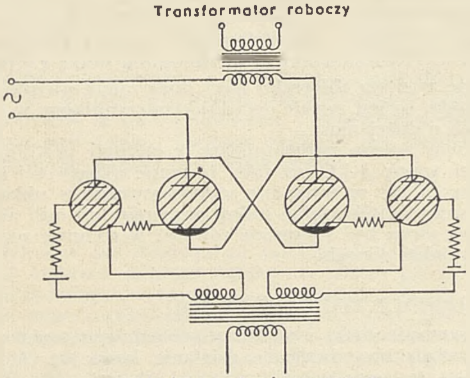


Rys. 3. *Układ zmieniacza rodzaju prądu.*

Należy nadmienić, że po za praktyczną stosowalnością te urządzenia mogą służyć również dla wytwarzania wielkiej częstotliwości i dużych prądów.

c) ZAPALACZ (Ignitron).

Główną wadą prostownika rtęciowego o katodzie płynnej jest konieczność mechanicznego zapoczątkowania łuku dla uzyskania dalszego wyładowania elektronowego. Dla tego celu stosuje się normalnie dodatkową przesuwną elektrodę. Statyczny, a zatem prostszy sposób wynalazł Slepian (1931 r.) stosując dodatkową karborundową zaostrzoną elektrodę zanurzoną w rtęci płynnej katody (rys. 4).



Rys. 4. *Układ zapalacza (Ignitron).*

Z chwilą przyłożenia do tej elektrody prądu o wartości około 10 A przy napięciu 150 wolt, rtęć lokalnie się rozgrzewa stwarzając warunki do powstania prądu anodowego, który osiąga prawie natychmiast swą maksymalną wartość. Ta nowa elektroda spełnia nie tylko rolę „zapalacza", lecz również służy jako siatka w innych prostownikach.

Ponieważ dla zapoczątkowania łuku potrzebne jest określone natężenie prądu, którego analogią jest napięcie siatki w lampie katodowej, zachodzi zwykle potrzeba użycia dodatkowej lampy sterującej w postaci triody napełnionej gazem, połączonej szeregowo z zapalaczem. Ta kombinacja pozwala na włączanie prądów dla dużych mocy, w dokładnie określonym czasie.

d) MAGICZNE OKO.

Jako przykład kombinacji konstrukcyjnej grupy B i C służy tak zwane magiczne oko. Podobieństwo między oscylografem katodowym (B_4) a triodą (C_3) zauważono już od kilku lat kiedy to ze względu na swój kształt, cylinder katody w oscylografie nazwano „siatką". Następnie osadzono zespoły elementów w tej samej osłonie, jak to pokazuje rys. 5; tu trioda działa jako wzmacniacz w oscylografie katodowym niskiego napięcia. Sam oscylograf został uproszczony przez stosowanie tylko pojedyńczego deflektora oraz przez nałożenie ekranu fluoryzującego na anodę w kształcie pierścienia. Poza swym pierwotnym przeznaczeniem jako wskaźnik strojenia odbiorników radiowych, magiczne oko jest również pożytecznym wskaźnikiem w mostkach pomiarowych oraz może służyć jako woltomierz.

ZASTOSOWANIE I MOŻLIWOŚCI

Dla wnikliwego obserwatora staje się widocznym, że w przyszłości takie czynności jak wyłączanie, nadzorowanie lub zmiana częstotliwości będą mogły być całkowicie oparte na zasadzie elektronowej i to z większą wydajnością i ekonomią od stosowanych dotychczas metod dla dowolnej mocy w kW czy kVA. Poniżej są podane przykłady pewnych nowoczesnych zastosowań oraz dalsze sugestie czego można się spodziewać w przyszłości.

TRWAŁOŚĆ URZĄDZEŃ ELEKTRONOWYCH

Inżynierowie prądów silnych w pierwszej chwili mają zastrzeżenia co do zastosowania szklanych lamp oraz słabych części metalowych w urządzeniach elektronowych do kontroli ruchu w elektrowniach lub urządzeniach prądów silnych, a to ze względu na łatwe stłuczenie lub uszkodzenie takowych.

Należy więc wyjaśnić:

1. Lampy katodowe nie koniecznie muszą być ze szkła. Na rys. 1 modele A_1, A_5 i B_6 i B_7 są wykonane z metalu jak również podobne wykonanie mogą mieć modele C_2 do C_6.
2. Szklane lampy katodowe nie są znów takie niepewne na skutek niedostatecznej wytrzymałości; okręty wojenne, bombowce czy myśliwce lub wozy terenowe nie mogłyby przystąpić do akcji bez dość licznych urządzeń wyposażonych w lampy katodowe, które wytrzymują przecież stawiane im warunki.
3. Wiadomym jest że, szklane oscylografy katodowe są bardziej odporne na uszkodzenia niż niejeden z woltomierzy czy amperomierzy, które łatwiej uszkodzić na skutek przeciążenia oraz ze względu na obecność mechanicznych łożysk i zawieszeń.
4. Powszechne mniemanie, że przeciętny okres trwania lampy wynosi 1000 godzin jest przeżytkiem pokutującym z czasów pojawienia się pierwszych typów bateryjnych odbiorników radiowych, dla których konstruowano lampy przy założeniu uzyskania możliwej ekonomii baterii. Nowe typy lamp katodowych są obliczone na okres pracy 10.000 godzin roboczych; natomiast wiele z nich w praktyce wytrzymuje dwa razy dłużej.
5. Urządzenia elektronowe nie wymagają tak słabych części jak na przykład przeciętny dźwigienkowy wyłącznik małej mocy o szybkim działaniu.

SZEROKI ZAKRES ZASTOSOWAŃ URZĄDZEŃ ELEKTRONOWYCH

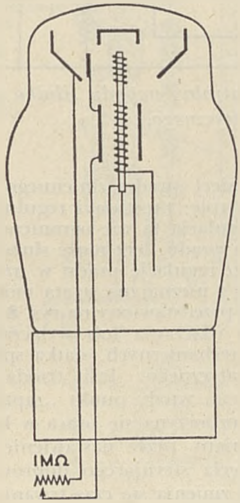
O możliwościach stosowania elektronowych metod można zdać sobie sprawę analizując nowoczesny odbiornik radiowy. Prawdopodobnie wszyscy się zgodzą, że postęp w tym kierunku w normalnym aparacie, przekroczył oczekiwania z przed 25 lat temu.

Nie ma również istotnych przyczyn, ażeby aparaty elektronowe z innych dziedzin jak oscylatory, wzmacniacze, zmieniacze częstotliwości prostowniki, automatyczne regulatory mocy i inne nie mogły być konstruowane pod kątem widzenia dostosowania do dużych prądów, stwarzając tym samym duże korzyści w ciężkim przemyśle. Jak przedstawiono, poprzednio, dział prostowników spełnia swe zadanie od szeregu lat. Oscylator w wypadku stacji nadawczej lub odbiorczej osiągnął podobny rozwój, omówiony jest on w następnym podtytule i pokazany na rys. 6.

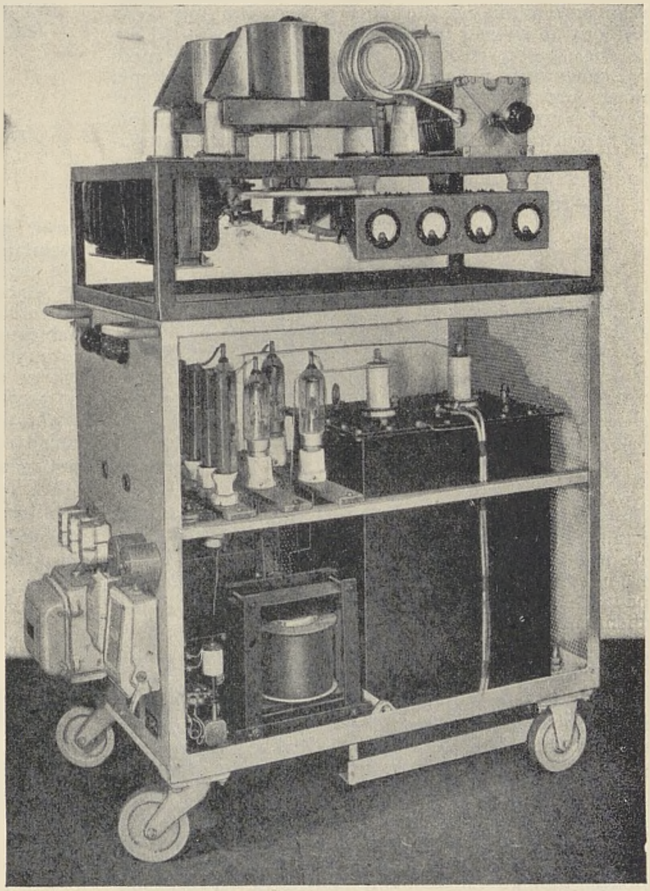
Niemetale są pozatem złymi przewodnikami ciepła, a więc czas potrzebny do ich ogrzewania jest kilkakrotnie większy od czasu gdy unikniemy konieczności dostarczenia ciepła z zewnątrz.

Te wszystkie wady są wyeliminowane przy pomocy grzania prądami wielkiej częstotliwości. Jeśli przedmiotem ogrzewanym jest przewodnik można na niego oddziaływać cewką traktując go jako krótko zwarte uzwojenie wtórne transformatora, przy częstotliwości naprzykład od 1 - 10 kilocykli na sekundę. Gdy przedmiot jest izolatorem, można go wstawić między dwie elektrody które przy częstotliwości zasilania naprzykład 1 - 20 megocykli/sek. spowodują jego rozgrzanie się jak diaelektryka ze stratami w kondensatorze.

W pierwszym wypadku ciepło wytwarza się na skutek prądów wirowych zaś w drugim pod wpływem strat diaelektryku i to bez potrzeby użycia przewodów. W wyniku otrzymuje się dużą oszczędność czasu.



Rys. 5. *Magiczne oko.* (u góry).



Rys. 6. *Oscylator.* (po prawej stronie).

OGRZEWANIE PRĄDAMI WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Wadą obecnych metod ogrzewania na skalę przemysłową przy pomocy promieniowania lub przewodzenia jest to, że ciepło może być dostarczane tylko od zewnątrz przedmiotu i musi przechodzić do jego wnętrza. Wymaga to ustalonego spadku temperatury, która często spowoduje uszkodzenie zewnętrznej części — naprzykład pieczenie chleba. Dalszą słabą stroną jest trudność kierowania ciepła dokładnie do miejsca, które tego wymaga w wypadkach gdy tylko część przedmiotu podlega obróbce cieplnej.

Stosunkowo niskie częstotliwości mogą być generowane za pomocą alternatorów wirujących, przeważnie jednak używamy oscylatorów lampowych podobnych do elementów nadajnika radiowego.

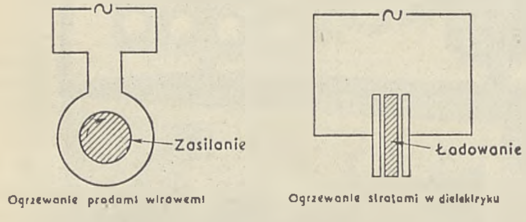
Ważnym czynnikiem w zastosowaniach ogrzewania prądami szybkozmiennymi jest przeciętna wydajność cieplna, która już dziś przekracza 50%, tę cyfrę należy porównać z innymi metodami ogrzewania.

Aparat pokazany na rys. 6 przypomina swym wyglądem odbiornik radiowy lecz w znacznie większych wymiarach. Urządzenia tego typu są jeszcze obecnie dość kosztowne. W niektórych jednak wypadkach opłaci się na ten większy

wydatek. Do tego rodzaju wyjątków można zaliczyć urządzenie do suszenia drzewa, sklejania dykty obróbki cieplnej części metalowych jak kół zębatych i lokalnych części wałów ,ogrzewania zewnętrznych powierzchni przedmiotów wykorzystując zjawisko naskórkowości, oraz wiele podobnych zagadnień.

Przykład pojemnościowego ogrzewania prądem może posłużyć do wykazania zalety stosowania metody o wielkiej częstotliwości. Załóżmy, że blok drzewa o grubości 150 mm ma być ogrzany w całej swojej masie do temperatury 100°C nie przekraczając zewnętrznej temperatury 150°C (jest to typowy warunek przy produkcji śmigieł lotniczych i innych części klejonych). Jeśli ogrzewanie rozpoczyna się od 15°C i utrzymuje się stale temperaturę zewnętrzną 150°C, potrzeba 4½ godziny dla osiągnięcia wewnątrz 100°C.

Natomiast przy zastosowaniu metody pokazanej na rys. 7 cała masa drzewa ogrzana zostanie równomiernie do żądanej temperatury w ciągu 19 minut bez konieczności miejscowego ogrzewania poszczególnej powierzchni lub części przedmiotu do wyższej temperatury. W rzeczywistości nawet zewnętrzna powierzchnia drzewa będzie posiadać nieco niższą temepraturę niż wnętrze, a to na skutek chłodzenia lokalnego przez elektrody metalowe. Dla kompensacji tego zjawiska stosuje się niezależne dodatkowe podgrzewanie zewnętrznych powierzchni ciepłem z oporników elektrycznych.



Rys. 7. *Obwody dla ogrzewania wielką częstotliwością.*

Najnowsze wynalazki w dziedzinie polimeryzacji kleju zawierającego bakelity lub mocznikowe-formaldehydy które nie wymagają odprowadzenia rozpuszczalnika lecz mogą być utwardzone w kilku minutach po dostarczeniu ciepła, nadają się bardzo dobrze do ogrzewania prądem szybkozmiennym.

ELEKTRYCZNE SPAWANIE OPOROWE

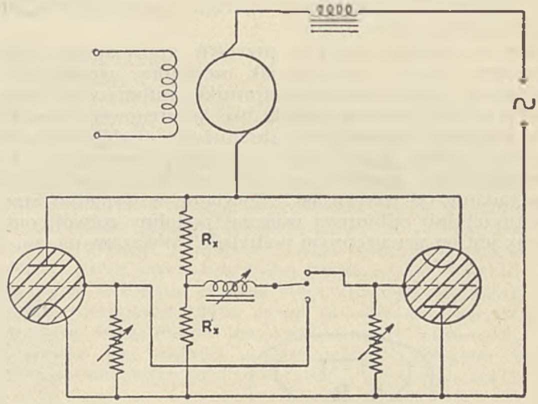
Nie ma potrzeby podkreślać wzrostu zastosowania spawania oporowego nie tylko do grubych lecz również do cienkich blach. Te ostatnie łączy się szybko przy pomocy urządzeń z odpowiednią aparaturą czasową do dawkowania prądu silnego przepływającego między elektrodami tworzącymi spawki.

Najbardziej skuteczna metoda dla dawkowania natężenia prądu oparta jest na dużych lampach katodowych, napełnionych gazem. Lampy typu „zapalacza" też się dobrze nadają do tego celu. Lampy te stosuje się przeważnie parami dla pracy na zmianę, gdyż należy pamiętać, że są to w istocie prostowniki, a zatem konieczne są oddzielne zespoły dla wykorzystania zarówno dodatniej jak i ujemnej połówki fali.

KONTROLA NAPĘDU SILNIKÓW

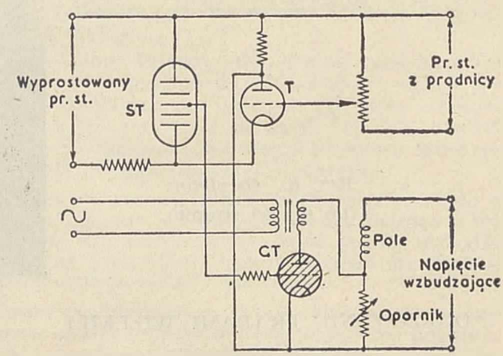
Elektrycy dobrze zdają osbie sprawę, że jedyną różnicą między przekaźnikami a wyłącznikami jest ich wymiar, gdyż styki przekaźników mogą przewodzić tylko kilka mili amperów, natomiast wyłączniki przeznaczone są do przenoszenia prądu od jednego do kilku tysięcy amperów. Nie potrzeba wyjaśniać dlaczego lampy katodowe mogą być użyte jako wyłącznik oraz służyć do automatycznych urządzeń elektromagnetycznych.

Głównym zadaniem elektronowych urządzeń kontrolnych dla silników elektrycznych jest umożliwienie zasilania mo-



Rys. 8. *Układ kontrolny napędu silnika elektrycznego.*

torów prądu stałego z sieci prądu zmiennego. Lampy spełniają tutaj podwójną rolę: prostują i regulują natężenie prądu. Co więcej regulacja ta nie ogranicza się tylko do włączania i wyłączania prądu, lecz może służyć również do zmiany szybkości przez regulację prądu w uzwojeniach nabieguników i twornika z nieznaczną stratą mocy. Układ tego typu urządzenia jest przedstawiony na rys. 8. W przypadku użycia triody do włączania lub wyłączania, czyli wyłącznie do czynności mechanicznych, siatka spełnia rolę cewki wyłącznika automatycznego. Jeśli trioda służy do zmiany prądu lub napięcia, wtedy punkt „zapalania" to jest moment w którym rozpoczyna się praca w każdej połówce fali, zostaje zmieniany przez nastawienie napięcia lub kąta fazowego napięcia sterującego doprowadzanego do siatki. W ten sposób zmienia się czas trwania przepływu prądu w każdym okresie, a zatem wartość skuteczną prądu.

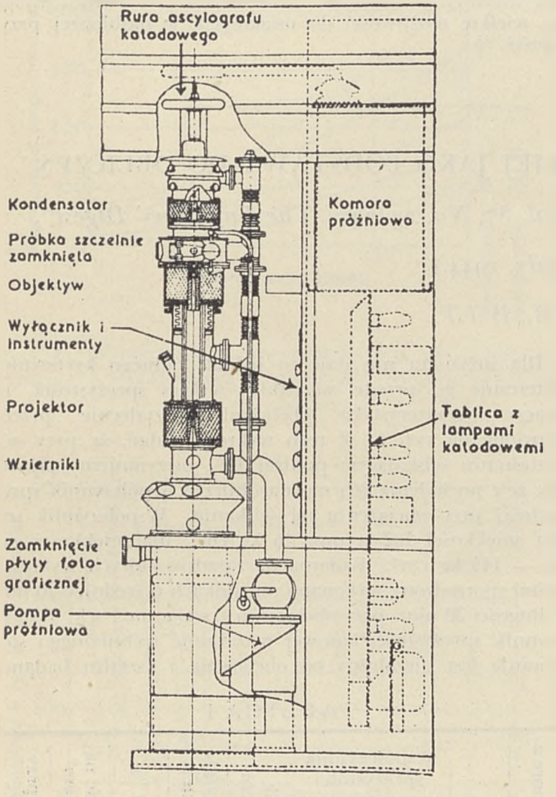


Rys. 9. *Układ regulatora napięcia.*

REGULATORY NAPIĘCIA

Automatyczną regulację napięcia prądnic w elektrowniach uzyskuje się przy pomocy regulatorów o ciągłej wibracji styków lub też o ruchu ich w miarę potrzeby. W obu wypadkach konieczna jest duża dokładność, a więc

staranna obsługa. Obie metody nadają się do użycia urządzeń elektronowych lecz wszczególności ta z nich, która wymaga ciągłego ruchu wibracyjnego znacznie się usprawnia po zastosowaniu lampy katodowej. W układzie pokazanym na rys. 9 trioda napełniona gazem włączona jest na regulowany opornik pola i zmuszana do „wyładowań" 50 razy na sekundę za pomocą dodatkowego zasilania zmiennym impulsem w obwodzie anodowym. Obwód siatki włączony jest z jednej strony pomiędzy mostek utworzony



Rys. 10. *Mikroskop elektronowy R.C.A.*

z dwu części stabilowoltu, zaś z drugiej strony do oporu w obwodzie anodowym triody. Siatka tej ostatniej zasilana jest napięciem proporcjonalnym do wytworzonego w prądnicy; zatem wahania napięcia powodują zmianę oporu triody co z kolei zmienia proporcję okresu, w którym przewodzi trioda napełniona gazem. Użyteczną regulację osiągą się przez zwarcie regulowanego opornika pola w czasie okresu przewodzenia triody, napełnionej gazem.

RURY OSCYLOGRAFU KATODOWEGO

Nie ma chyba instrumentu, któryby zrobił szybszy postęp od oscylografu katodowego, oraz znalazł tyle zastosowań w różnych gałęziach przemysłu i nauki. Przyrząd ten zaprojektowany pierwotnie (1847 r.) dla celów doświadczeń czysto fizycznych, przekształcił się wkrótce w niezmiernie pewny i wydajny instrument pomiarowy dla urządzeń przemysłowych, w nowoczesnych laboratoriach wszelkiego typu, oraz w szpitalach. Równocześnie zredukowano koszta tego instrumentu oraz uproszczono w wysokim stopniu jego obsługę.

Dla ilustracji można wspomnieć o jednym z licznych zastosowań mianowicie o jego zdolności śledzenia krzywych notujących przebieg jakiegoś doświadczenia i to szybkością „kreślenia" do 800 km na sekundę. Koszt całego takiego aparatu nie przekracza 100 funtów.

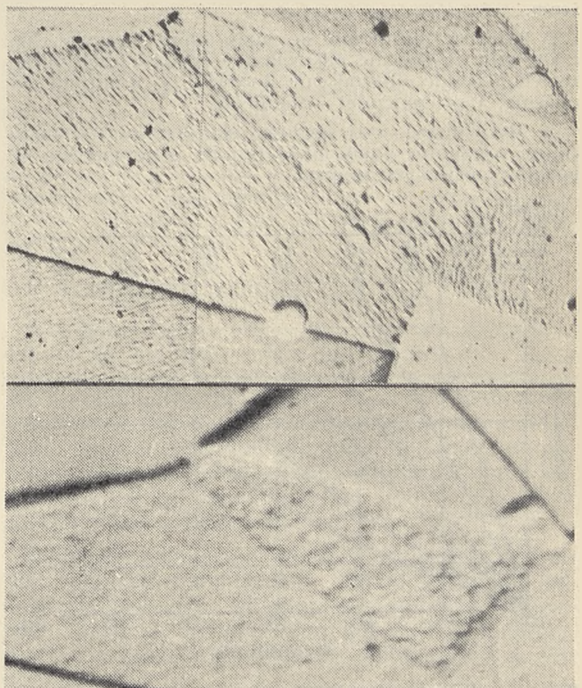
Przykładem z innej dziedziny są duże usługi oddane przez lampę oscylografu katodowego w telewizji, gdzie nowoczesny poziom reprodukcji obrazu osiągnięto dzięki zastosowaniu jej zasady działania tak do aparatury nadającej jak również i do odbiorników telewizyjnych.

MIKROSKOP ELEKTRONOWY

Z aparatów które w przyszłości mogą wywrzeć wielki wpływ na nasze życie — jest mikroskop elektronowy. Ulepszenia rury oscylografu katodowego, a zwłaszcza rozwijanie jego zdolności skupiających z coraz to większą precyzją i siłą pozwoliło na osiągnięcie największych z dotychczas uzyskanych powiększeń. Obecnie uzyskuje się już powiększenia 1500 do 150.000-krotnie z widokami dalszych udoskonaleń.

W wyniku instrumenty te przyczyniły się do znacznego postępu we wszystkich gałęziach wiedzy. Pozwalają one na śledzenie zachowania się baterii chorobotwórczych, sprawdzanie przebiegu reakcji chemicznej oraz uwidoczniają cząsteczki tak małe jak molekuły.

Na rys. 10 pokazano w przekroju mikroskop elektronowy typu R.C.A. Soczewka kondensatorowa, objektyw i soczewka okularu mają formę solenoidu z rdzeniem żelaznym i naświetlają powiększony obraz na ekran fluoryzujący umieszczony w podstawie.



Rys. 11. *Porównanie mikrofotografij przekroju stali nierdzewnej (18-8), wykonanych za pomocą mikroskopu optycznego (u dołu), oraz mikroskopu elektronowego (u góry). Mikroskop elektronowy uwidacznia znacznie wyraźniej szczegóły budowy krystalograficznej.*

KOMÓRKA FOTOELEKTRYCZNA

Komórka fotoelektryczna (C_7) pokazana na rys. 1 spełnia swe najważniejsze zadanie zastępując ludzkie oko w kontrolnych aparatach elektrycznych. Jako taka zdolna jest do wykonania wielu operacji jak zamknięcie przekaźnika z chwilą gdy oświetlona ruchoma część osiągnie pewne położenie, lub też pozwala na zliczenie przesuwanych przedmiotów, uruchamia wentylatory gdy dym osiąga zbyt duże stężenie względnie może uruchamiać potężne dźwigi.

WNIOSKI

Przytoczone przykłady są jedynie wybranymi z wielkiej ilości zastosowań dla zobrazowania szybkiego postępu metod elektronowych w elektrotechnice prądów silnych i słabych. Przykłady te wystarczają dla wykazania kierunku nowoczesnych ulepszeń. Kontrast między obecnym szybkim rozwojem a wolnym z przed 10-20 lat temu, wskazuje na duże korzyści możliwe do osiągnięcia przez wprowadzenie urządzeń i ulepszeń z tej dziedziny dla koordynacji pracy w różnych gałęziach przemysłu.

Autor wyraża nadzieję, że powyższy ogólny przegląd przyczyni się w pewnym stopniu do dalszego zainteresowania inżynierów dziedziną elektrotechniki i zwróci uwagę na wielkie możliwości do osiągnięcia w najbliższej przyszłości.

WŁAŚCIWOŚCI SPRĘŻYSTE GUMY MIĘKKIEJ JAKO PODSTAWA DO OBLICZEŃ

(Dr. Inż. H. Roelig — „Zeitschrift des V.D.I." Vol. 87, No. 23/24. „The Engineers' Digest", Vol. V, Nr. 7, July, 1944.)

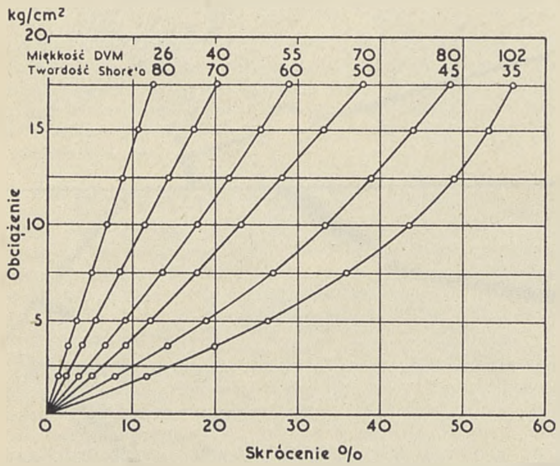
Streścił inż. A. B., W.I.T.

Trzy zasadnicze właściwości gumy miękkiej mają praktyczne znaczenie, a mianowicie:

1) Energia odkształcenia sprężystego, której miernikiem jest twardość, względnie miękkość każdego rodzaju gumy. Najlepiej wyraża to wykres odkształcenia w funkcji obciążenia.

2) Sprężyste zachowanie się gumy, które statycznie charakteryzuje opóźnienie odkształcenia spowodowane obciążeniem i trwałe odkształcenie pozostałe po usunięciu obciążenia, a dynamicznie — tłumienie.

3) Mechaniczna wytrzymałość, określona wytrzymałością na rozerwanie gumy miękkiej i jej przyczepnością do metali z którymi jest spojona.



Rys. 1. *Wykres: obciążenie-skrócenie przy ściskaniu dla różnych gatunków gumy miękkiej.*

ENERGIA ODKSZTAŁCENIA SPRĘŻYSTEGO

Niemieckie warunki techniczne zostały ustalone w normach D.V.M. i D.I.N., w których twardość albo miękkość gumy są mierzone oporem wciskania kulki obciążonej.

Dla inżyniera nie daje to jednak żadnego kryterium. Interesuje go przede wszystkim wykres sprężystości, to znaczy charakterystyka „obciążenie-odkształcenie" przedstawione na rys. 1. Z tego wykresu widać, że przy odkształceniu ściskającym poniżej 15% otrzymujemy proste, tak że z pochylenia ich można obliczyć współczynnik sprężystości przy obciążeniu na ściskanie. Współczynnik ten dla miękkości 102 wynosi 16 kg/cm², dla miękkości zaś 26 — 145 kg/cm². Badania na zasadzie których wykres 1 został sporządzony wykonano na wałkach o średnicy 20 mm i długości 20 mm, przy obciążeniu trwającym 1 sek. Współczynnik sprężystości kątowej w zakresie technicznego stosowania jest niezależny od obciążenia i kształtu badanej

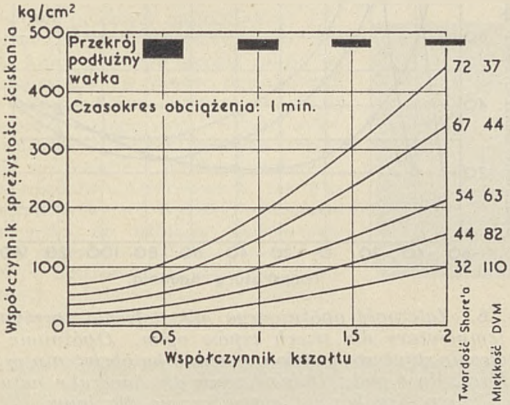
TABLICA I

Twardość Shore'a	Miękkość DVM 3503	Współczynnik sprężystości przy ściskaniu kg/cm² dla współczynnika kształtu 0,5	2	Współczynnik ścinania kg/cm²	Opóźn. odkształcenie sprężyste w %	Tłumienie w %	Wytrzymałość na zerwanie kg/cm²	Wydłużenie przy zerwaniu w %
30	130	22	93	3	16	21	38	450
40	90	27	133	4	20	18	48	425
50	70	40	183	5	21	16	88	420
60	54	60	260	7	18	16	100	350
70	40	100	400	12	25	20	138	250

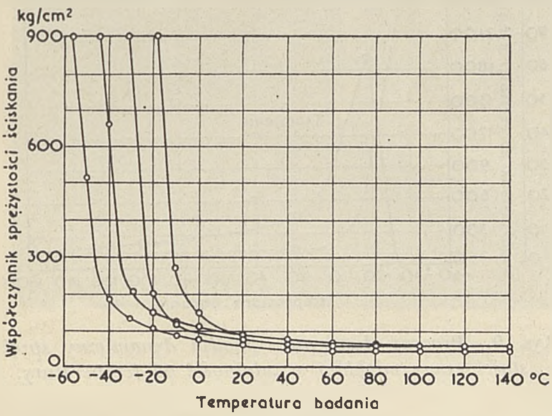
próbki, jak to widać z Tabl. 1. Współczynnik sprężystości przy obciążeniu na ściskanie zależy od kształtu próbki. Ważnym czynnikiem jest stosunek długości do średnicy. Odnosi się to również i do walca wydrążonego. Współczynnik kształtu jest określony jako stosunek przekroju wolnego. Współczynnik sprężystości zmienia się w zależności od obciążenia, można to jednak pominąć przy rozważaniu prostych odcinków krzywych na rys. 1.

Z powyższym uproszczeniem na rys. 2 uwidoczniona jest zależność współczynnika sprężystości od współczynnika

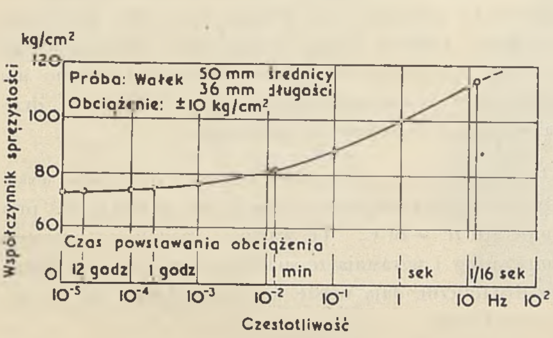
kształtu dla różnych miękkości. Wszystkie te zależności odnoszą się do temperatury ok. +20°C. Inaczej przedstawia się sprawa w temperaturze poniżej punktu zamarzania, w której to temperaturze guma miękka twarnieje nagle i traci swą sprężystość, co przedstawiono na rys. 3 dla czterech gatunków gumy.



Rys. 2. *Współczynnik sprężystości przy obciążeniu na ściskanie i współczynnik kształtu dla różnych gatunków gumy miękkiej.*

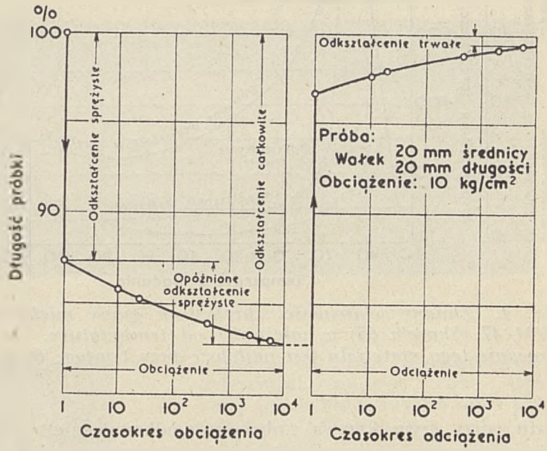


Rys. 3. *Współczynnik sprężystości przy obciążeniu na ściskanie w zależności od temperatury.*



Rys. 4. *Współczynnik sprężystości w zależności od czasu obciążenia i częstotliwości.*

Próbki badane i czasokres obciążenia są identycznie te same jak na wykresie 1. Miękka guma jest często używana w miejscach, gdzie mamy do czynienia ze statycznym obciążeniem np. jako uszczelnienie. Przy użyciu gumy do sprężynowania, sprzęgieł lub opon, spotykamy się z obciążeniem dynamicznym. Dla tego rodzaju obciążenia



Rys. 5. *Wykres: odkształcenie — czas dla gumy o miękkości DVM 50 (twardość Shore'a 63) przy stałym obciążeniu.*

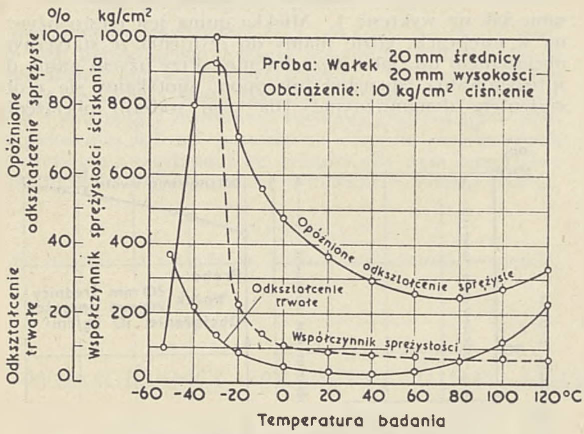
współczynnik sprężystości jest wyższy, aniżeli współczynnik statyczny. Przyczyna leży w tym, że w gumie miękkiej pewien procent ogólnej energii nie jest pochłonięty natychmiast, lecz w okresie pewnego czasu. Im gwałtowniejsze jest obciążenie, tym wyższy jest współczynnik, czyli im szybsze tempo wzrostu obciążenia tym guma wydaje się być twardszą. Na Rys. 4 podana jest krzywa zależności współczynnika sprężystości od czasu w jakim powstaje końcowe obciążenie, w granicach od 12 godzin do 1/16 sekundy.

SPRĘŻYSTE ZACHOWANIE SIĘ GUMY

Obciążenie statyczne. Czynnik czasu w odkształceniu ostatecznym jest miarą sprężystego zachowania się gumy miękkiej. W celu zilustrowania tego, przedstawiono na rys. 5 wykres „odkształcenie-czas" dla gumy o DVM miękkości 50 (twardość Shore'a 63) przy stałym obciążeniu. Cechami charakterystycznymi sprężystego zachowania się gumy są: opóźnienie sprężyste przy obciążeniu i trwałe odkształcenie po odciążeniu, wyrażone (oba) w procentach od całkowitego odkształcenia.

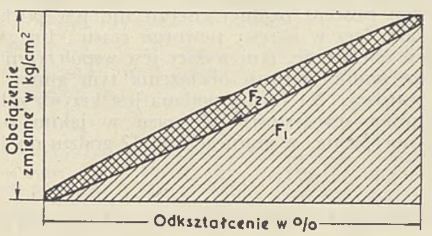
Opóźnione odkształcenie określono w granicach od 5 do 40% całkowitego odkształcenia, podczas gdy trwałe odkształcenie waha się w granicach od 1 do 10%. Powyższe dane odnoszą się do temperatury badania +20°C, zmienność w zależności od temperatury uwidoczniono na rys. 6 i 7.

Obciążenie dynamiczne. Oprócz opóźnionego odkształcenia sprężystego, które podano dla obciążenia statycznego przy obciążeniu dynamicznym, występuje jeszcze nowy czynnik, a mianowicie czynnik tłumienia, który przedstawia w miarę strat energii wynikających z wewnętrznego tarcia tj. dobrze nam znanego grzania się szybkobieżnych opon samochodowych. Tłumienie można stwierdzić na próbce dynamicznie obciążonej przez zastosowanie oscylo-



Rys. 7. *Zmiany właściwości sprężystych gumy miękkiej DVM 47 (Shore'a 65) w zależności od temperatury. Zachowanie tego materiału jest najlepsze przy temper. 60 C.*

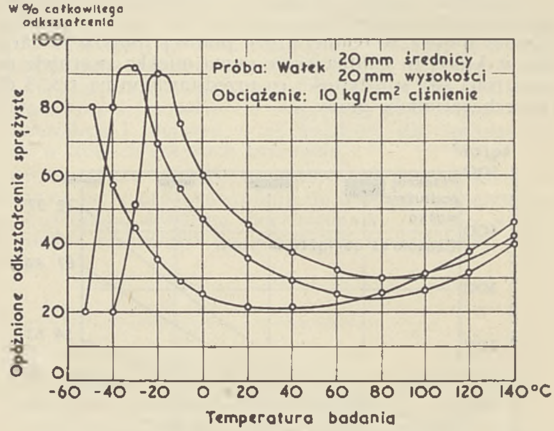
grafu, przy czym krzywa „obciążenie-odkształcenie" nie zbiega się razem z krzywą „odciążenie-odkształcenie". Taka krzywa „obciążenie-odkształcenie" jest pokazana na rys. 8, a procent tłumienia przedstawia się jak stosunek powierzchni F_1/F_2. Pochylenie większej osi elipsy-hysterezy daje nam współczynnik sprężystości dynamicznej *Edyn.* Procent tłumienia w ramach technicznych stosowania gu-



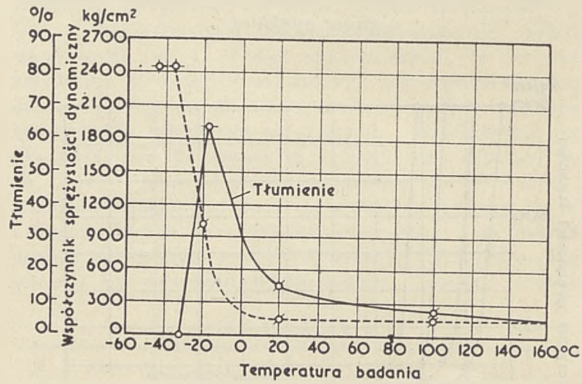
Rys. 8. *Wykres: obciążenie-odkształcenie pod wpływem obciążenia dynamicznego.*

my miękkiej w granicach temperatury od 20 do 80°C waha się między 3 a 40%. Dla innych temperatur zostały ustalone różne elipsy — hysterezy i stosunki powierzchni F_1/F_2. Te ostatnie razem ze współczynnikiem sprężystości dynamicznej w zależności od temperatury naniesiono na wykres 9. Temperaturą zamarzania tj. temperatura zero tłumienia dla badanej gumy miękkiej jest temperatura —33°C. Krzywa tłumienia wskazuje na wielkie podobieństwo do krzywych w rys. 6 i 7 dla opóźnionego odkształcenia sprężystego. W zestawieniu z badaniem statycznym, dynamiczne badania wykazują wyższe temperatury zamarzania.

Wytrzymałość mechaniczna. Z punktu widzenia konstruktora nie należy przywiązywać zbyt wielkiej wagi do



Rys. 6. *Zależność opóźnionego odkształcenia sprężystego od temperatury dla trzech typów opon. Opóźnione odkształcenie sprężyste zostało oznaczone po obciążeniu w ciągu 1 sek. do 4 godz. Dolna krzywa dla kauczuku naturalnego, środkowa i górna krzywa dla buny.*



Rys. 9. *Procent tłumienia i moduł dynamiczny sprężystości gumy miękkiej w zależności od temperatury.*

badań wytrzymałościowych, które były podane w związku z DIN DVM 3504. Kwestia wielkości dopuszczalnego obciążenia na ściskanie i na ścinanie ma tylko praktyczne znaczenie. Ogólnie biorąc dopuszczalne obciążenie nie powinno przekraczać 10 kg/cm². Szczególnie ważne jest zagadnienie przyczepności miękkiej gumy do metali, drzewa względnie syntetycznych materiałów.

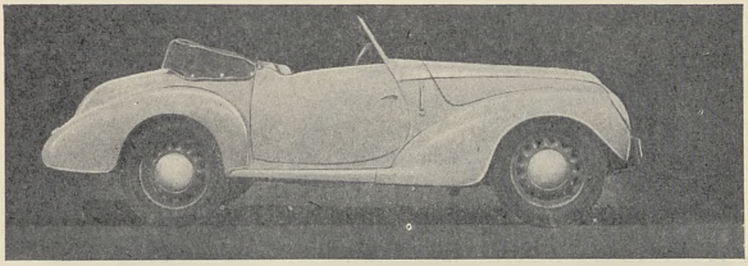
Badania statyczne naturalnej i syntetycznej gumy wykazały wartość przyczepności rzędu od 30 do 60 kg/cm² przy temperaturze +20°C. Te wartości spadają ze wzrostem temperatury i wzrastają ze spadkiem temperatury. Badania dynamiczne dają niższe wartości zależnie od kształtu i częstotliwości.

RYNEK SAMOCHODOWY

POPULARNE OSOBOWE SAMOCHODY CZESKIE

Streścił inż. Nofer, W.I.T.

Czeski przemysł samochodowy rozpoczął już okres produkcji powojennej, która pokrywa szeroki zakres od małolitrażowych wozów popularnych do samochodów ciężarowych dużej nośności i ciągników. Wśród wykonywanych i projektowanych typów daje się zauważyć tendencja stosowania silników dwusuwowych, tak niepopularnych w Wielkiej Brytanii, nie tylko do silników małolitrażowych motocyklowych lecz również nawet do 2-litrowych silników samochodowych. Interesujące jest również stosowanie chłodzenia powietrzem dla silników benzynowych i wysokoprężnych, zarówno małej jak i dużej mocy.



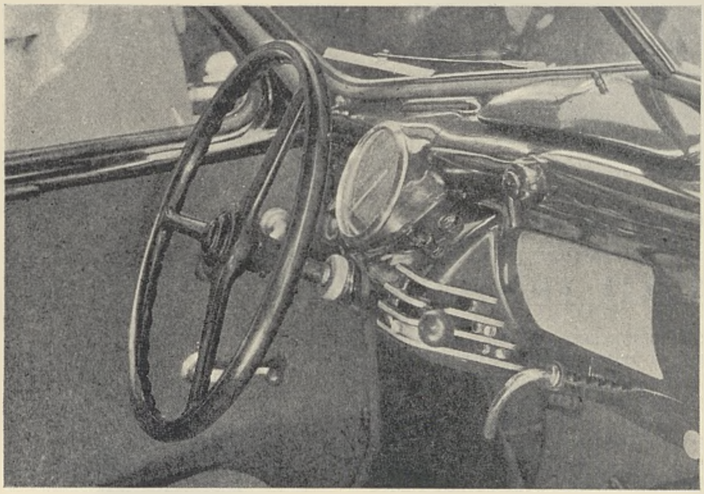
Rys. 1. *Samochód Aero 30.*

Poniżej podajemy opis kilku typów popularnych wozów osobowych, których charakterystyka i wyczyny zostały opublikowane w prasie czeskiej.

Jawa Minor (rys. 3).

Jest to 4-osobowy samochód z dwucylindrowym silnikiem dwusuwowym o pojemności 615 cm³ (średnica cylindra 70 mm, skok 80 mm) chłodzonym wodą, mocy 20 KM. Wóz ten rozwija szybkość do 100 km/godz. przy zużyciu paliwa około 6,5 litr. na km.

Skrzynka przekładniowa posiada cztery biegi wprzód i bieg wsteczny, przyczem bieg trzeci jest bezpośredni, a bieg czwarty daje przyśpieszenie obrotów, co pozwala przy małych oporach jazdy na wolniejsze obroty silnika, zmniejsza jego zużycie i obniża rozchód paliwa.



Rys. 2. *Tablica rozdzielcza samochodu Jawa Minor.*

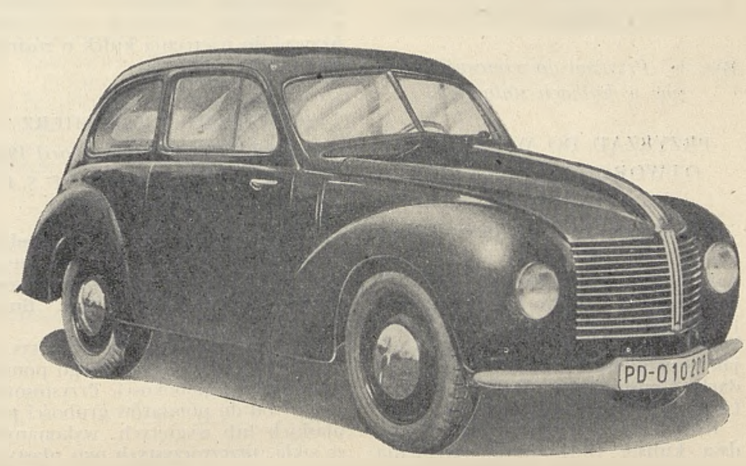
Silnik, skrzynka przekładniowa i dyferencjał stanowią jeden zespół, który jest wbudowany do wozu przed napędzaną przednią osią.

Niezależne zawieszenie umożliwia osiąganie szybkości przejazdowej do 80 km/godz. nawet po złych drogach. Ciężar samochodu gotowego do jazdy wynosi 685 kg.

Z załączonej fotografii widać, że zewnętrzna sylwetka wozu o kształtach aerodynamicznych jest estetycznie zaprojektowana. Wnętrze wozu jest przestronne, przyczem zwraca uwagę ze smakiem zaprojektowana tablica rozdzielcza (rys. 2). Dźwignia zmiany biegów znajduje się pod kołem kierownicy.

Aero 30 (rys. 1).

Ten czteroosobowy samochód posiada przedni napęd od dwucylindrowego dwusuwowego silnika pojemności 998 cm³, (średnica cylindra 85 mm, skok 88 mm) chłodzonego wodą. Skrzynka przekładniowa, posiadająca trzy biegi wprzód i jeden wstecz,



Rys. 3. *Samochód Jawa Minor.*

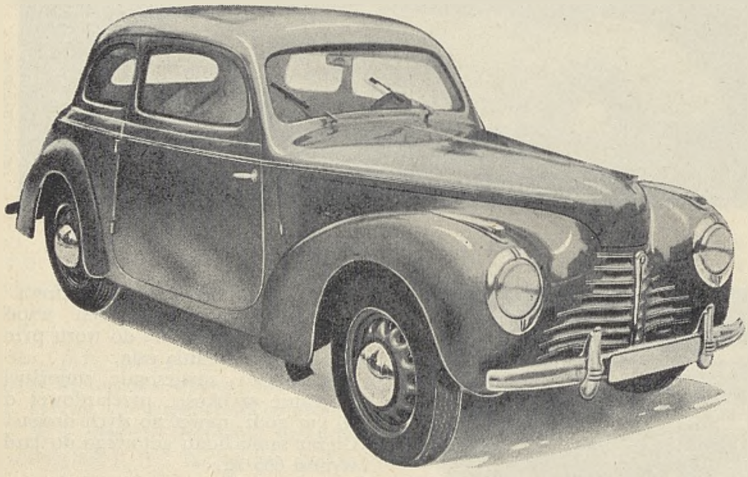
umieszczona jest z przodu silnika, który wbudowany jest poza przednią część. Smarowanie silnika uzyskuje się przez zmieszanie oleju z paliwem w stosunku 1 : 30.

Gaźnik „Solex" posiada patentowany automat elektromagnetyczny, regulujący wolne obroty silnika.

Podwozie zawieszone jest niezależnie na wszystkich czterech kołach przy pomocy półeliptycznych resorów. Ciężar wozu, zależnie od typu nadwozia, wynosi od 850 do 830 kg.

Wóz pokazany na fotografii posiada nadwozie sportowe, o opływowej sylwetce.

Ta sama firma produkuje również wóz z silnikiem czterocylindrowym, dwusuwowym o pojemności 1997 cm³ (Aero 50) o konstrukcji analogicznej do opisanej. Fabryka przygotowuje produkcję dwu typów samochodów z napędem na tylne koła.



Rys. 4. *Samochód Skoda Popular.*

Skoda Popular (rys. 4).

Wóz ten bardziej typowej konstrukcji posiada jednak kilka ciekawie rozwiązanych szczegółów.

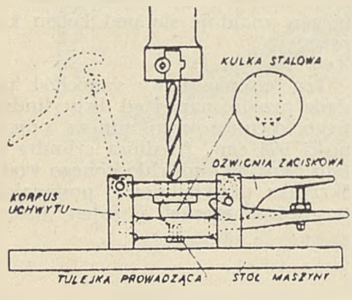
Silnik o pojemności 1089 cm³ czterocylindrowy (średnica cylindra 68, skok 75) czterosuwowy górnozaworowy, stosunek sprężenia 6,3 : 1, daje moc 30 KM przy 3500 obr./min. i pozwala na uzyskanie szybkości maksymalnej 100 km/godz. Zużycie paliwa wynosi 8.5 litr./100 km.

Skrzynka przekładniowa czterobiegowa z biegiem wstecznym tworzy z silnikiem jeden zespół, wbudowany w rozwidleniu ramy. Rama jest wykonana jako rura stalowa z rozwidleniem z przodu dla przyjęcia silnika. Zawieszenie jest niezależne dla wszystkich czterech kół na resorach półeliptycznych.

Tatra 57b.

Popularna limuzyna tej firmy posiada czterocylindrowy, powietrzem chłodzony silnik o pojemności 1250 cm³ (średnica cylindra 73 mm, skok 75) o mocy 25 KM.

DROBIAZGI TECHNICZNE



Rys. 1. *Przyrząd do wiercenia otworów w kulkach stalowych.*

PRZYRZĄD DO WIERCENIA OTWORÓW W KULKACH STALOWYCH

(„Mill and Factory", June 1946.)

Streścił Z. J., W.I.T.

Jedną z najuciążliwszych operacji, które spotyka się w każdej fabryce, jest wiercenie otworów w małych kulkach stalowych. Rysunek 1 pokazuje jak rozwiązano tę trudność w zakładach Consolidated Vultee Aircraft Corp. Downay Calif.

Kulka zostaje uchwycona między dwa kuliste rowkowane wgłębienia wyścielone cienkim paskiem gumy, zabezpieczającym przed poślizgiem podczas wiercenia. Tulejki są zamocowane w jednej osi z kulistymi wgłębieniami. Górna tulejka, zamocowana w płytce zawiasowej, zamykanej przy pomocy dźwigni zaciskowej, posiada wewnętrzną średnicę nieco większą od średnicy wiertła. Dolna tulejka jest tulejką prowadzącą i służy do wiercenia otworu o mniejszej średnicy. Górna tulejka służy do wiercenia otworu o większej średnicy.

Jeśli płyty wiertnicze przyrządu rozwiązać jako ustawne z wymiennymi tulejkami, przyrząd taki można używać do wiercenia kulek o różnych średnicach.

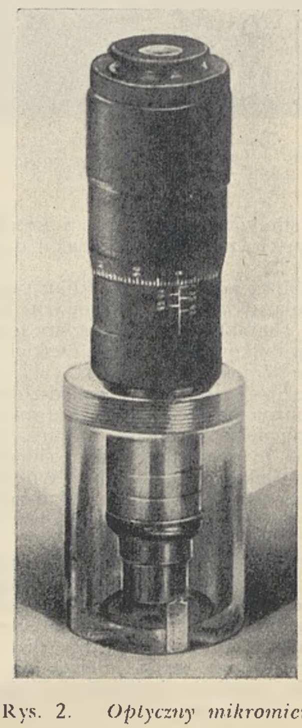
OPTYCZNY MIKROMIERZ

(Mechanical Engineering, April 1946. Vol. 86, No. 4, Easton Pa. U.S.A.)

Streścił N. J.

Optyczny mikromierz do dokładnego pomiaru grubości przezroczystych płyt został opracowany przez Aircona Manufacturing Corporation, Burnbank, Calif.

Budowę tego mikromierza (rys. 2) oparto na zasadzie optycznego pomiaru widocznej głębokości. Przystosowany jest on do pomiarów grubości płyt płaskich lub wygiętych, wykonanych ze szkła, przezroczystych mas plastycznych i t.p. w miejscach niedostępnych dla zwykłego mikromierza.



Rys. 2. *Optyczny mikromierz.*

BIBLIOTEKA „PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“

Ukazały się następujące tomy Biblioteki „Przeglądu Motoryzacyjnego“ :

Nr. 1 — **A Theegarten, V.D.I. i M. Geyer, V.D.I. „FREZOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz z przesyłką 4/6.

Nr. 2. — **„DRYKOWANIE“** (2 wydania). Cena 4/-, wraz przesyłką 4/6.

Nr. 3. — **„PRODUKCJA WYROBÓW BAKELITOWYCH“** (2 wydania). Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Nr. 4. — **„CHROMOWANIE“** — zastosowanie chromowania celem utrwalenia i uodpornienia na zużycie powierzchni sprawdzianów, narzędzi do skrawania, matryc, form oraz części maszyn. — Cena 4/6, z przesyłką 5/-.

Powyższe broszury są tłumaczeniem wydawnictwa
Machinery „Yellow Back Series“.

W druku są następujące tomy:

Nr. 5. — **„PRODUKCJA ODKUWEK FOREMNIKOWYCH“** — inż. Malanowski.

Nr. 6a.— **„TOKARSTWO“** — część I: „Skrawanie metali nożami“ — inż. Cz. Fałkowski.

W przygotowaniu są następujące dalsze tomy:

„TOKARSTWO“, część II: „Budowa tokarek“ — inż. Cz. Fałkowski.

„TOKARSTWO“, część III: „Praca na tokarce“ — inż. Cz. Fałkowski.

„KOŁA ZĘBATE“ — inż. Kornberger.

„PRASY DO PRZEROBU BLACHY“ — inż. F. Żyliński.

„WYRÓB NARZĘDZI DO OBRÓBKI METALI I DREWNA“ — inż. Obrębski.

„POMIARY WARSZTATOWE I TRASOWANIE“ — inż. M. Leuschner (tłumaczenie z niemieckiego).

„SZLIFOWANIE“ — inż. G. Bruheim (tłumaczenie z niemieckiego).

Ponadto jest w opracowaniu **„KALENDARZYK PRZEGLĄDU MOTORYZACYJNEGO“.**

Książki można zamawiać wpłacając należność na ręce Skarbnika Komitetu Redakcyjno-Wydawniczego „Przeglądu Motoryzacyjnego“, kol. S. Bissenika (Charleshill near Aberdour, Fife, Great Britain).

Printed by Wm. McLellan & Co. Ltd., 240 Hope Street, Glasgow
for Polish Motor Digest.